GRAĐEVINAR

ČASOPIS DRUŠTVA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA

I TEHNIČARA N. R. HRVATSKE

SADRŽAJ

GOD. VI LISTOPAD 1954 BROJ 5

»GRAĐEVINAR: IZLAZI U VEĆEM FORMATU 6 PUTA GODIŠNJE

PRETPLATA na cijelu godinu iznosi Din 600.—, na pola godine Din 300.—, pojedini broj Din 100.—. Za poduzeća god. pretplata Din 900.—. Tekući račun kod Narodne banke FNRJ, filijale Zagreb br. 402-T-812. — Časopis izdaje: Društvo građevinskih inženjera i tehničara NRH. — Rukopisi se šalju uredništvu »Građevinara«, Zagreb, Berislavićeva ul. 6, telefon 33-325. — Uređuje redakcioni odbor, Katančićeva ul. 5.

DOPISE I ČLANKE treba uredništvu dostaviti u dva primjerka pisana strojem, u **originalu** i jednoj kopiji, pisano s **rasmakom između redaka.** Pisati treba samo na jednoj stranici lista. Crteže i opise na njima treba izraditi crnim tušem na prozirnom ili glatkom bijelom papiru, tako da umanjeni na stranicu časopisa budu jasni i čitljivi. Pretanke crte, sitna slova i brojke ne smiju se upotrebljavati. Fotografije moraju biti jasne. Objavljeni radovi se honoriraju, rukopisi ne vraćaju.

GRAĐEVINAR

GOD. VI LISTOPAD 1954 BROJ 5

IZRAČUNAVANJE KONTINUIRANIH NOSAČA I OKVIRA POSTUPKOM POVEZANIH KRUTOSTI I POSTUPKOM STEPENA UKLJEŠTENJA

Dr. ing. **Rajko Kušević**, Zagreb

U opsežnoj literaturi iz područja statike kontinuiranih i okvirnih nosača u posljednja su tri decenija sve više bili potiskivani u pozadinu klasični postupci metode sila. Prevladavala su dva nova postupka: 1. metoda deformacija, po kojoj se momenti savijanja u krajnjim presjecima štapova, čije je iznalaženje glavni cilj računa, dobivaju posredno, preko deformacionih veličina (kutova zaokreta čvorova i štapova); 2. postupak izjednačenja momenata (Crossov postupak i njegove nadopune), po kojemu se neposredno izračunavaju priključni momenti štapova. U najnovije se vrijeme pojavio još jedan postupak, koji će konkurirati metodi sila; to je: 3. postupak traverziranja. Po njemu se dvostrukim lančanim računom usporedo određuju deformacione veličine i momenti u krajnjim presjecima štapova.

Metoda deformacija ima pri izračunavanju složenijih sistema nosača, kao što je poznato, bitnu prednost pred metodom sila, da je mnogo manji broj nepoznanica, koje se određuju prvostepenim računom. Po izvornom postupku one se dobivaju postavljanjem i rješavanjem uslovnih jednadžbi.

Nepoznanice metode deformacija mogu se odrediti i bez postavljanja i rješavanja uslovnih jednadžbi, i to ili postupkom razvođenja deformacija [1], ili, ako se primjenjuje iteracioni račun, postupkom relaksacije. Takav iteracioni račun može se pisati shematski na skici okvirnog sistema [2].

Postupak izjednačenja momenata za sisteme nosača s nepokretnom figurom čvornih tačaka osvojio je teren zbog svoje intuitivnosti i lake shvatljivosti, a naročito zbog toga, što se rezultati dobivaju bez postavljanja i rješavanja uslovnih jednadžbi, a cio se račun piše shematski, na skici sistema nosača. Međutim, kako je naprijed rečeno, na isti se način mogu određivati i nepoznanice metode deformacija. Prema tome, što se tiče samog izvršenja računa, Crossov postupak u generalizovanom obliku i iteraciono izračunavanje sistema nosača po metodi deformacija praktično se razlikuju u tome, što se po prvom postupku priključni momenti štapova izračunavaju neposredno, a po drugom posredno [2].

Postupak izjednačenja momenata ima, s druge strane, nekih nedostataka u uspoređenju s metodom deformacija. Prvo — a to je bitno — on daje, izuzevši najjednostavnjie sisteme nosača, rješenje samo za jedan određeni slučaj opterećenja. Treba li razmotriti nekoliko različitih slučajeva opterećenja, mora se, apstrahirajući pripravni dio računa (određivanje distribucionih i prelaznih faktora), cio ostali račun ponoviti. Drugo, postupak nije uvijek podesan, jer je u nekim slučajevima konvergencija iteracionog računa prespora.

U metodi sila imamo, međutim, dva načina izračunavanja kontinuiranih i okvirnih sistema nosača, koji također daju rezultate bez postavljanja i rješavanja uslovnih jednadžbi. To su: 1. klasična metoda stalnih tačaka, 2. metoda stepena uklještenja (u koju se može uvrstiti i Mayerov »račun otpora« [3]). Obje su metode stvarno međusobno najtješnje povezane. Računski obrasci metode stepena uklještenja u njenom novom obliku [4] [5] faktično su gotovo identični s obrascima metode stalnih tačaka, što dosad kao da nije dovoljno zapaženo. Prema tome, metoda stepena uklještenja ima sve prednosti metode stalnih tačaka, a zornija je.

Obje metode imaju prednost pred metodom deformacija, da neposredno daju momente u krajnjim presjecima štapova. Pred postupkom izjednačenja momenata one imaju bitnu prednost, da su naročito podesne, ako se istražuje nekoliko slučajeva opterećenja na sistemu nosača, što je redovno potrebno. Zbog toga se u najnovijoj stručnoj literaturi zapaža tendencija oživljavanja i daljnjeg razvijanja tih metoda [5] [6] [7]. Isto nastojanje dovelo je u Americi do novog postupka, koji predstavlja kombinaciju metode izjednačenja momenata i metode stalnih tačaka i prema tome sjedinjuje prednosti obiju tih metoda. To je »postupak povezanih krutosti« [8].

Postupak stepena uklještenja nije dosada u našoj stručnoj literaturi prikazan u najpodesnijem njegovom obliku, i samo tako se može protumačiti, da nije prodro u praksu, koliko zaslužuje. Postupak povezanih krutosti kod nas je čak ostao potpuno nepoznat. Oba postupka, koji se u praktičnoj primjeni, kao što će se vidjeti, mnogo ne razlikuju, zaslužuju međutim punu pažnju, pa će stoga u ovom radu biti sistematski prikazani. S obzirom na praktičnu primjenu, njihov izvod — baziran na opće poznatoj teoriji jednostrano uklještene grede i principu relaksacije —, bit će dan i za sisteme nosača sa štapovima promjenljivog momenta tro-

mosti presjeka, koji u navedenim djelima i raspravama nisu tretirani.

U brojčanim primjerima bit će prikazano shematsko izvođenje računa, jer samo takav način računanja može da u praksi zamijeni postupak izjednačenja momenata u slučajevima gdje on nije na pravome mjestu.

I. POSTUPAK POVEZANIH KRUTOSTI

Taj postupak [8] polazi, kao i postupak izjednačenja momenata, od sistema sa čvorovima fiktivno fiksiranim protiv zaokretanja kao osnovnog sistema. Fiktivna pričvršćenja čvorova redom se otpuštaju i čvorovi uravnotežuju izjednačenjem momenata, ali svaki čvor samo jedamput, jer se jednom otpušteni čvor ne fiksira ponovno, nego ostaje elastično okretan. Distribucioni i prenosni faktori imaju prema tome općenito drugačije vrijednosti nego kod Crossova postupka. Mjesto stvarnih krutosti štapova ulaze u račun t. zv. »povezane krutosti«.

Postupak dovodi do tačnih rezultata direktno samo kod »otvorenih sistema«. Pri izračunavanju zatvorenih (cikličkih) sistema treba, izuzevši specijalne slučajeve, prvo za neke štapove pretpostaviti vrijednosti povezanih krutosti. Kako će se vidjeti, to redovito ne zadaje nikakovih teškoća, jer se veličine povezanih krutosti kreću za različite načine uklještenja štapova na krajevima u razmjerno uskim granicama. Pogreške u izboru pretpostavljenih veličina povezanih krutosti malo utiču na rezultat, tako da se ne mora ponavljati račun s popravljenim vrijednostima povezanih krutosti.

A. Otvoreni kontinuirani sistemi

A, 1. Sistemi sa štapovima konstantnog presjeka (sl. 1)

Označenja:

l_{ik} dužina štapa, priključenog u čvorovima i i k,

I_{ik} momenat tromosti presjeka štapa $i—k$,

E modul elastičnosti materijala,

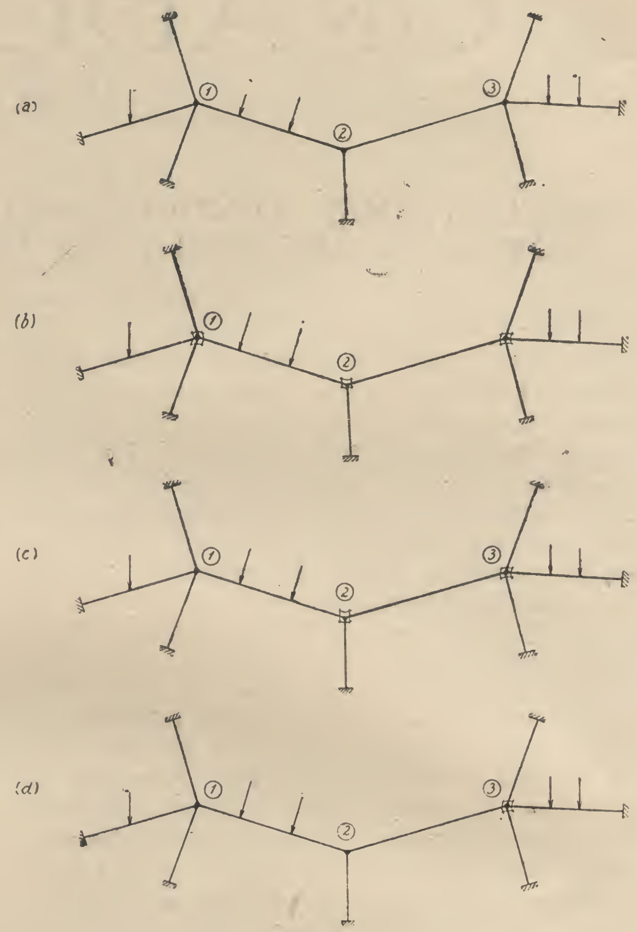
$4EI_{ik}/l_{ik} = K_{ik}$ krutost štapa $i—k$,*

M_{ik}, M_{ki} momenti savijanja štapa $i—k$ u presjecima uz čvor i odnosno k, proizvedeni danim teretima na sistemu nosača,

$\mathfrak{M}_{ik}$, $\mathfrak{M}_{ki}$ momenti savijanja u istim presjecima štapa $i—k$ s pretpostavljenim totalnim uklještenjem u čvorovima i i k,

$\mathfrak{M}_i = \Sigma\, \mathfrak{M}_{ir}$ suma priključnih momenata savijanja u krajnjim presjecima štapova uz čvor i u osnovnom sistemu.

Predznaci: priključni momenti savijanja su pozitivni u smislu okretanja kazaljke na satu.



Sl. 1a—d

Princip postupka.

Svi čvorovi sistema nosača fiktivno se fiksiraju protiv okretanja (sl. 1b). Za dano opterećenje odrede se momenti $\mathfrak{M}_{ir}$ u krajnjim presjecima svih štapova i za svaki čvor i sumni momenat $\mathfrak{M}_i$.

Fiktivno pričvršćenje čvora 1 otpusti se (sl. 1c) i napadni momenat čvora — $\mathfrak{M}_1$ raspodjeli kao kompensacioni momenat na priključne presjeke ($1r$) štapova, množenjem s distribucionim faktorom $K_{1r}/\Sigma K_{1r}$. Zatim se izvrši prenos raspodijeljenih momenata u presjeke ($r1$) na suprotnim krajevima štapova, množenjem raspodijeljenih momenata u presjeima ($1r$) s prenosnim faktorom 1/2.

Nakon toga, ostavljajući otpušteni i uravnoteženi čvor 1 slobodnim, otpusti se fiktivno pričvršćenje čvora 2 i čvor uravnoteži (sl 1d). Njegov napadni momenat, jednak negativnoj sumi momenta $\mathfrak{M}_2$ i momenta prenesenog u presjek (21) pri prethodnom otpuštanju čvora 1, raspodijeli se na priključne presjeke ($2r$) štapova. Pri tome štap 2—1 ulazi u račun s »povezanom krutosti« R_{21} mjesto stvarne krutosti K_{21}. Raspodijeljeni momenti prenose se na suprotne krajeve štapova ($r2$), i to na totalno uklij eštene krajeve [dakle, i na presjek (32) kraj još neotpuštenog čvora 3] s faktorom 0,5, a u presjek (12) kraj već prethodno otpuštenog čvora 1

* Kako za rezultate nisu mjerodavne stvarne vrijednosti krutosti štapova, nego samo njihovi omjeri, može se uzeti $E = 1$ ili, također, $4E = 1$.

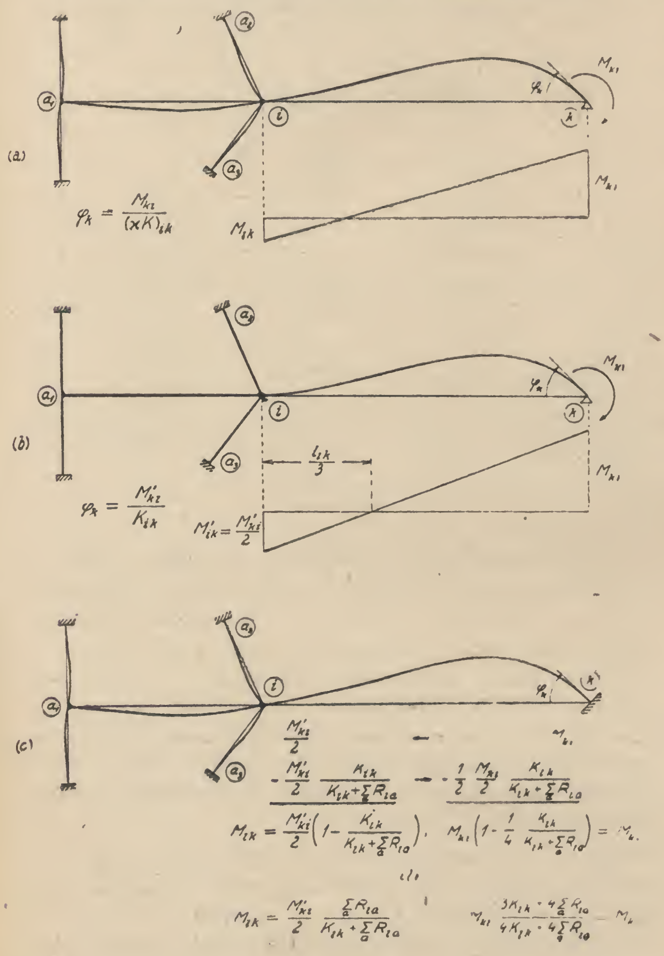
s »povezanim prenosnim faktorom« $\gamma \mp 0{,}5$. Momenat prenesen u presjek (12) raspodijeli se, s negativnom vrijednosti, na priključne presjeke $(1a)$ štapova vezanih u čvoru *1* sa štapom *1—2*, množenjem s faktorom $K_{1a}/\Sigma K_{1a}$ $(a \mp 2)$.

Postupak se nastavlja sve dok nije otpušten posljednji fiktivno pričvršćeni čvor, u konkretnom slučaju čvor 3 (sl. 1a). Red otpuštanja čvorova može, razumije se, biti i suprotan, od čvora 3 prema čvoru 1. Isto tako mogu se prvo otpuštati pričvršćenja čvorova od jednoga kraja kontinuiranog sistema prema nekom srednjem čvoru, a zatim od drugoga kraja prema istome čvoru i, konačno, pričvršćenje tog srednjeg čvora. (U primjeru na sl. 1a takav red otpuštanja čvorova ima i neku prednost).

1. Osnovni obrasci i njihova primjena

Osnovni je zadatak postupka: naći izraz za izračunavanje povezane krutosti R_{ki} štapa *i—k*, slobodno okretno položenog na kraju *k*, a na kraju *i* vezanog s pramenom štapova *i—a*, koji imaju poznate vrijednosti povezanih krutosti R_{ia}. (Sl. 2a).

Pod djelovanjem napadnog momenta M_{ki} u ležištu *k* sistem nosača će se deformirati kako je naznačeno na sl. 2a. Momentni dijagram štapa *i—k* imat će oblik prikazan ispod te slike. Ležišni presjek (ki) zaokrenut će se za kut φ_k.



Sl. 2a—c

Isti štap *i—k*, fiksiran u čvoru *i* protiv zaokretanja presjeka (ik), t. j. potpuno uklješten u čvoru *i* (sl. 2b), imat će isto zaokretanje φ_k ležišnog presjeka (ki) pod djelovanjem momenta $M'_{ki} > M_{ki}$. Iz uslova $\varphi_i = 0$ dobiva se za štap *i—k* dijagram momenata savijanja nacrtan pod sl. 2b, a iz njega za kut φ_k vrijednost napisana kraj dijagrama.

Kut zaokreta ležišnog presjeka (ki) štapa *i—k* na sl. 2a s elastičnim uklještenjem u čvoru *i* može se također izraziti napadnim momentom u čvoru *k* i krutošću štapa, ako se ova uzme s nekim faktorom $\varkappa_{ki}$. (Vidi obrazac za φ_k uz momentni dijagram na sl. 2a). Veličina faktora $\varkappa_{ki}$ ovisi o stepenu uklještenja štapa *i—k* u čvoru *i*. Za potpuno uklještenje faktor je jednak 1, dok za zglobno pričvršćenje štapa ima vrijednost 4/3.

Sa daljnjim označenjem za povezanu krutost štapa *i—k* za smjer *k—i*:

$$(\varkappa K)_{ki} = R_{ki} \tag{1}$$

dobivamo iz obaju obrazaca za φ_k na sl. 2 odnos

$$R_{ki} = \frac{M_{ki}}{M'_{ki}} K_{ik} \tag{2}$$

Omjer M'_{ki}/M_{ki}, a time i opći izraz za izračunavanje povezane krutosti R_{ki}, može se lako dobiti postupkom izjednačenja momenata.

Zamislit ćemo, da je ležišni presjek (ki) na sl. 2b fiksiran nakon deformacije sistema izvršene pod djelovanjem momenta M'_{ki} i da je nakon toga otpušten čvor *i* (sl. 2c). Prije otpuštanja toga čvora djelovao je u presjeku (ik) u taj čvor preneseni momenat $M'_{ki}/2$. Pri otpuštanju čvora taj se momenat s negativnom vrijednosti raspodjeljuje kao kompensacioni momenat na priključne presjeke (ir) štapova *i—r* u omjeru povezanih krutosti tih štapova. Na presjek (ik) otpada, dakle, vrijednost upisana ispod prenesenog momenta. Polovica te vrijednosti prenosi se na uklješteni presjek štapa (ki). Sumiranjem vrijednosti upisanih na krajevima *i* odnosno *k* štapa *i—k* dobivaju se prema tome na sl. 2c navedene vrijednosti momenata M_{ik} i M_{ki} i s njima, po obrascu (2), izraz za povezanu krutost*

$$R_{ki} = K_{ik}\left(1 - \frac{1}{4} \cdot \frac{K_{ik}}{K_{ik} + \sum_a R_{ia}}\right) \tag{3}$$

Taj se obrazac može s upotrebom izraza za momente M_{ik} i M_{ki}, navedenih na dnu slike 2c, napisati i u obliku

$$R_{ki} = K_{ik} \frac{3K_{ik} + 4\sum_a R_{ia}}{4K_{ik} + 4\sum_a R_{ia}} = K_{ik} \frac{0{,}75 K_{ik} + \sum_a R_{ia}}{K_{ik} + \sum_a R_{ia}} \tag{3a}$$

Prenosni faktor za određivanje momenta M_{ik} iz momenta M_{ki} jednak je omjeru tih momenata; dakle,*)

* Kod povezanih krutosti i prenosnih faktora treba paziti na red pisanja slova u dvostrukom indeksu; on nije proizvoljan kao kod oznaka za stvarnu krutost, momenat tromosti presjeka i dužinu štapa.

$$(4) \qquad \gamma_{ki} = \frac{2 \sum_a R_{ia}}{3 K_{ik} + 4 \sum R_{ia}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sum_a R_{ia}}{0{,}75 K_{ik} + \sum_a R_{ia}}$$

Iako je lančano izračunavanje povezanih krutosti i povezanih prenosnih faktora po obrascima (3) ili (3a) i (4) vrlo jednostavno, može se preporučiti shematsko izračunavanje tih veličina postupkom izjednačenja momenata. Stavimo li naime u račun pod sl. 2c $M'_{ki} = K_{ki}$, što možemo učiniti, jer smo promatrali deformaciju sistema pod djelovanjem kakovog god momenta M'_{ki} odn. M_{ki}, dobivamo iz toga računa prema obrascu (2) neposredno vrijednost povezane krutosti R_{ki} kao momenat M_{ki}. Povezani prenosni faktor dan je omjerom vrijednosti tim računom dobivenog momenta M_{ik} i momenta $M_{ki} = R_{ki}$.

G r a n i č n e v r i j e d n o s t i povezanih krutosti i povezanog prenosnog faktora štapa $i—k$ za smjer $k—i$ bit će po obrascima (3) i (4):

(5)
Potpuno uklještenje u čvoru i:
$$R_{ki} = K_{ki}, \quad \gamma_{ki} = 0{,}50.$$
Zglobni priključak u čvoru i:
$$R^{\bullet}_{ki} = 0{,}75\, K_{ki}, \quad \gamma_{ki} = 0.$$

Primjer 1. Kontinuirana greda preko četiri polja po sl. 3a, potpuno ukliještena na lijevom kraju, slobodno okretno poduprta na desnom kraju.

Na sl. 3b određene su postupkom izjednačenja momenata od krajeva prema srednjem ležištu (čvoru) 3, iz poznatih vrijednosti povezanih krutosti greda u krajnjim poljima $R_{21} = 1{,}5$, $R_{45} = 0{,}75 \,.\, 2{,}0 = 1{,}5$, povezane krutosti i prenosni faktori R_{32}, γ_{32}, R_{34}, γ_{34}. (Povezane krutosti i prenosni faktori R_{21}, γ_{21}, R_{45}, γ_{45} isto tako se mogu dobiti neposredno postupkom izjednačenja momenata, bez upotrebe obrasca [5]). Dvostruke linije pod ležištima označuju, da su računi s obje strane tih linija međusobno neovisni.

a) Vrijednosti ležišnih momenata za totalno opterećenje.

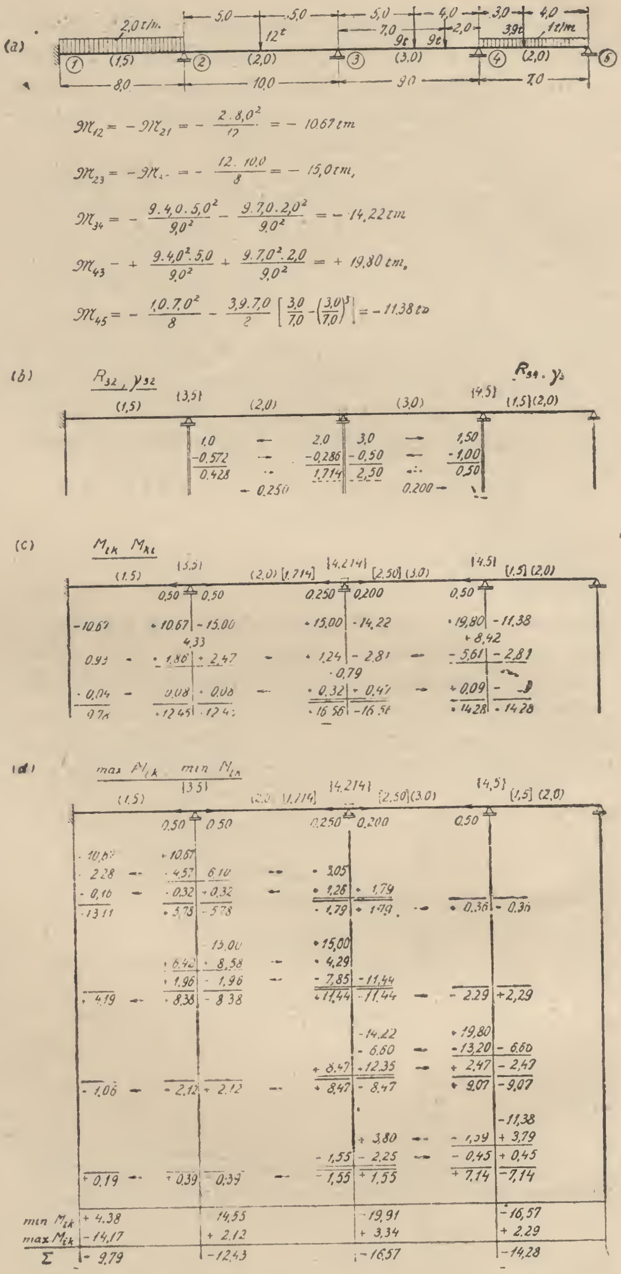
Pod sl. 3b nalazi se račun ležišnih momenata totalno ukliještenih štapova za dano opterećenje na sistemu sa fiksiranim čvorovima. Te su vrijednosti uvrštene u sl. 3c ispod nosača. Iznad osi nosača upisane su u sredinama štapova u okruglim zagradama vrijednosti stvarnih krutosti štapova, a kraj njih. u uglastim zagradama, vrijednosti povezanih krutosti. One su upisane bliže onom čvoru za čije otpuštanje vrijede. Uz ležišta upisani su ispod osi štapova faktori za prenošenje momenata u suprotne ležišne presjeke; strelica naznačuje smjer u kojem se vrši prenos. Faktor za prenos momenta u još neotpušteni čvor uvijek je jednak 0,50.

Zatim su na sl. 3c izračunati ležišni momenti (priključni momenti pojedinih štapova). Prvo je otpušten i uravnotežen čvor 2 i izvršen prenos momenta u susjedne čvorove, zatim čvor 4 i, konačno, čvor 3.

Kako se vidi, za rješenje zadatka treba za svako polje odrediti samo jednu povezanu krutost i jedan prenosni faktor, i to za smjer od posljednjeg uravnoteženog čvora prema krajevima nosača.

b) Ekstremne vrijednosti ležišnih momenata.

Na sl. 3d izračunate su parcijalne vrijednosti ležišnih momenata za opterećenja u pojedinim poljima. Sabiranjem tih vrijednosti dobivene su ekstremne vrijednosti.



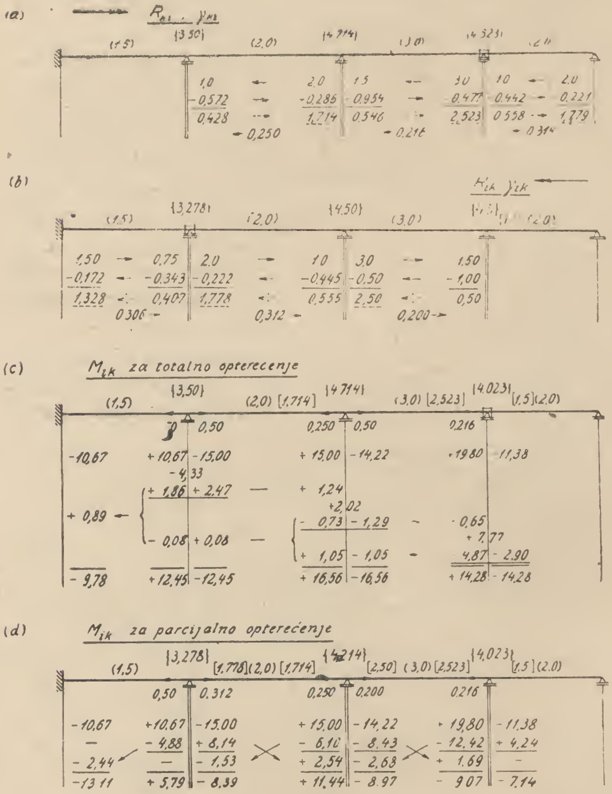
Sl. 3a—d

Dodatak primjeru 1. Zadatak se može riješiti i s upotrebom samih desnih ili samih lijevih povezanih krutosti i prenosnih faktora, t. j. tako, da se čvorovi redom otpuštaju od lijevog do desnog kraja nosača ili obrnuto. Takav način računanja podesan je za određivanje ležišnih momenata od totalnog opterećenja nosača. Za iznalaženje ležišnih momenata od opterećenja u pojednim poljima podesniji je, naprotiv, račun s upotrebom obiju povezanih krutosti i prenosnih faktora za svako polje.

Na sl. 4a i 4b dan je račun povezanih krutosti i prenosnih faktora za slučaj otpuštanja čvorova s lijeva na desno odnosno s desna na lijevo.

a) Vrijednosti priključnih momenata za totalno opterećenje

Na sl. 4c izračunati su ležišni momenti za otpuštanje čvorova s lijeva na desno. Kako se vidi, zbrajanjem momenata za prenos u susjedne čvorove mogu se uštedjeti multiplikacije.



Sl. 4a—d

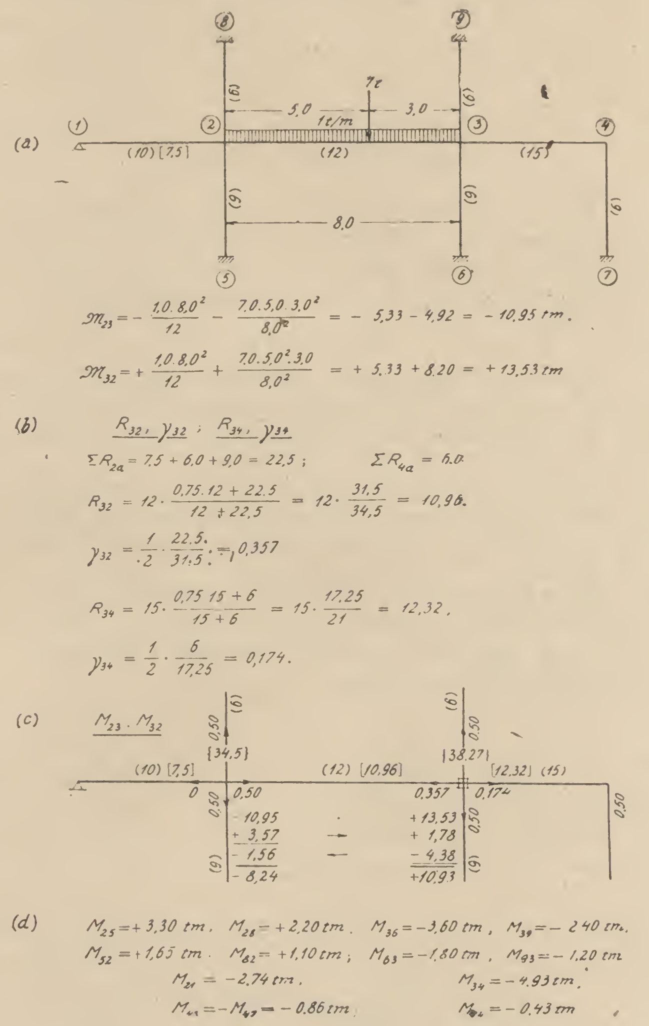
b) Ekstremne vrijednosti priključnih momenata

Na sl. 4d dan je račun ležišnih momenata za opterećenja u pojedinim poljima, izveden pomoću obiju povezanih krutosti i prenosnih faktora za svako polje. Prvo je za oba ležišna presjeka izračunat raspodijeljeni momenat, a zatim izvršen prenos momenta u susjedni ležišni presjek. Prema tome otpada prenos iz jednoga polja u drugo. (Dvostruke vertikalne linije kroz ležišta označuju, da su računi s obje strane tih linija međusobno neovisni. Pri izjednačenju momenata za svaki je čvor uzet samo osnovni momenat s jedne strane linije, t. j. u polju u kojemu se nalazi promatrano parcijalno opterećenje). Ekstremne vrijednosti momenata dobile bi se analogno kao u prethodnom primjeru 1 (sl. 3d).

Primjer 2. Dvospratni okvir na sl. 5a, opterećen u srednjem polju. Stvarne krutosti štapova upisane su u sredinama štapova u okruglim zagradama. Za štap 2—1, slobodno okretno položen u čvoru 1, upisana je u uglastoj zagradi povezana krutost $R_{21} = 0{,}75\ K_{21}$.

Ispod sl. 5a izračunati su osnovni momenti opterećenoga štapa, a na sl. 5b povezane krutosti i prenosni faktori štapova 3—2 i 3—4 za slučaj da se fiktivna pričvršćenja čvorova otpuštaju redom 2, 4, 3. Taj je račun izveden po obrascima (3b) i (4). (Mogao bi se, razumije se, izvršiti i postupkom izjednačenja momenata).

Na sl. 5c izračunati su za dane vrijednosti osnovnih momenata $\mathfrak{M}_{23}$ i $\mathfrak{M}_{32}$ postupkom izjednačenja momenata priključni momenti opterećenoga štapa 2—3. Ti momenti, uzeti sa suprotnim predznakom, raspodijeljeni su na priključne presjeke štapova vezanih u čvoru 2 odnosno 3 sa štapom 2—3. Raspodjela je izvršena u omjeru mjerodavnih krutosti štapova. (Povezane krutosti upisane su u uglastim zagradama). Konačno su raspodijeljeni momenti preneseni na suprotne krajeve štapova, pomoću prenosnih faktora označenih na slici. Rezultat je upisan u sl. 5d.



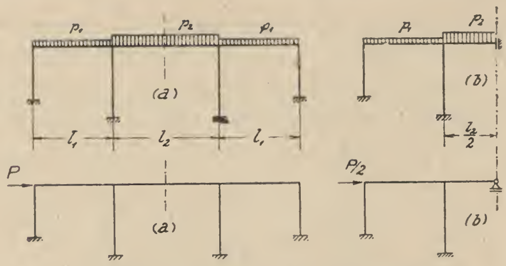
Sl. 5a—d

2. Iskorištenje simetrije i antimetrije

Računski se rad pojednostavnjuje, kao i kod drugih postupaka, u slučaju simetrije sistema nosača i simetrije ili antimetrije opterećenja. Iz naprijed dane definicije i izvoda vrijednosti povezane krutosti R_{ki} štapa $i—k$ (odsjek A, t. 1, sl. 2) lako dolazimo do ovih zaključaka:

Simetralom sječeni simetrično opterećeni ili napregnuti štap $i—k$, kojemu se presjek na simetrali ne zaokreće, a pokreće po simetrali (sl. 6a, b), ima pri otpuštanju čvora k povezanu krutost

(6) $$R_{ki} = 0{,}5\ K_{ki}.$$



Sl. 6a—b (gore) i *7a—b* (dolje)

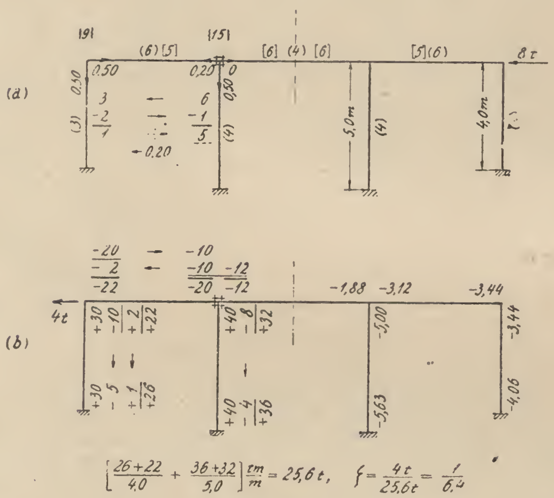
Simetralom sječeni, antimetrično opterećeni ili napregnuti štap, kojemu se presjek na simetrali zaokreće i pomiče upravno na simetralu (sl. 7a, b), ima pri otpuštanju čvora k povezanu krutost

$$R_{ki} = 1{,}5\, K_{ki}. \tag{7}$$

Primjer 3. Kontinuirani simetrični okvir preko tri polja, opterećen horizontalnim teretom u visini grede (sl. 8a). Stvarne krutosti štapova upisane su u sredinama štapova u okruglim zagradama.

Kako dani teret proizvodi antimetrično stanje naprezanja okvira, treba promatrati samo polovicu sistema s povezanom krutosti prečke u srednjem polju $1{,}5 \cdot 4 = 6$.

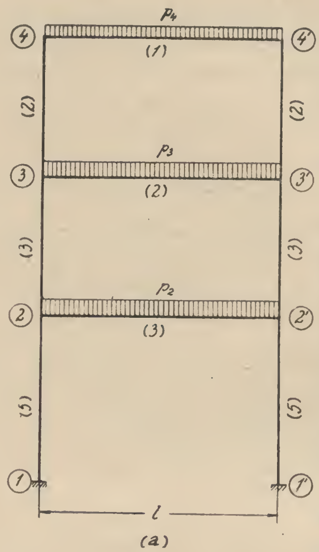
Na sl. 8a izračunata je postupkom izjednačenja momenata povezana krutost i prenosni faktor prečke u krajnjem polju za otpuštanje fiktivnih pričvršćenja čvorova s lijeva na desno.



Sl. 8a—b

Na sl. 8b izračunati su priključni momenti štapova iz pretpostavljenih momenata u krajnjim presjecima stupova, koji su prema poznatom zakonu o raspodjeli momenata u osnovnom sistemu s lateralno pokretnim čvorovima, fiksiranim protiv okretanja, uzeti proporcionalni krutostima stupova. Stvarni priključni momenti štapova, upisani na desnoj polovici okvirnog sistema, dobiveni su množenjem lijevo izračunatih priključnih momenata s faktorom ζ, koji je pod slikom 8b određen iz uslova, da suma poprečnih sila u stupovima mora biti jednaka danom horizontalnom teretu.

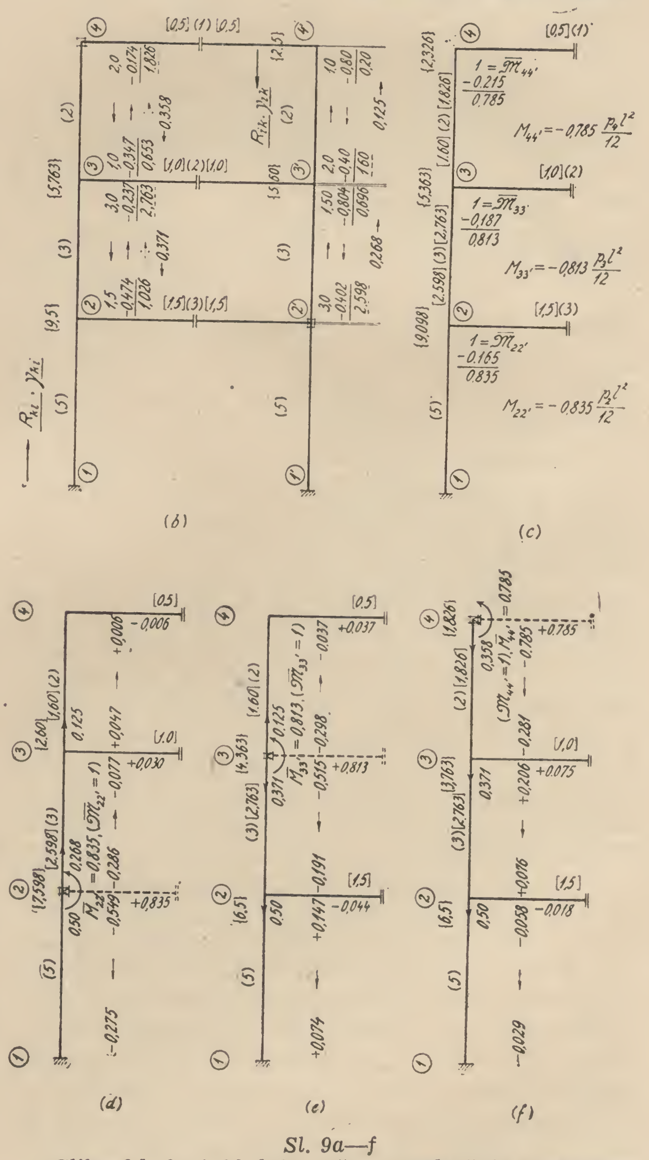
Primjer 4. Trospratni okvir sa dva stupa na sl. 9a, opterećen podjednako raspodijeljenim teretom na



prečkama. Zbog simetrije nosača i tereta treba promatrati samo polovicu sistema, uzimajući prečke s polovicom njihove stvarne krutosti.

Na sl. 9b izračunate su povezane krutosti i povezani prenosni faktori, i to na lijevom stupu za otpuštanje fiktivnih pričvršćenja čvorova protiv okretanja odozdo prema gore, a na desnom stupu za njihovo otpuštanje odozgo prema dolje.

Na sl. 8 c izračunati su priključni momenti prečaka za dane terete.



Sl. 9a—f

Slike 9d, 9e i 9f daju račun priključnih momenata štapova za pojedinačne osnovne momente $\mathfrak{M}_{22'} = 1$,

$\mathfrak{M}_{33'} = 1$, $\mathfrak{M}_{44'} = 1$ u krajnjim presjecima prečaka. Sa dobivenim rezultatima sastavljena je tablica uticajnih brojeva za priključne momente štapova, koja služi za iznalaženje ekstremnih vrijednosti tih momenata. Na pr., ekstremne su vrijednosti momenta M_{23}:

max. $M_{23} = 0{,}076\ p_4\ l^2/12$,

min. $M_{23} = -\ (0{,}286\ p_2 + 0{,}191\ p_3)\ l^2/12$.

Momenat	Uticajni brojevi za		
	$\mathfrak{M}_{22'} = 1$	$\mathfrak{M}_{33'} = 1$	$\mathfrak{M}_{44'} = 1$
M_{12}	— 0,275	+ 0,074	— 0,029
M_{21}	— 0,540	+ 0,147	— 0,058
$M_{22'}$	+ 0,835	+ 0,044	— 0,018
M_{23}	— 0,286	— 0,191	+ 0,076
M_{32}	— 0,077	— 0,515	+ 0,206
$M_{33'}$	+ 0,030	+ 0,813	+ 0,075
M_{34}	+ 0,047	— 0,298	— 0,281
$M_{43} = -M_{44'}$	+ 0,006	— 0,037	— 0,785

A, 2. Sistemi sa štapovima promjenljivog presjeka

Primjena postupka povezanih krutosti na sisteme s promjenljivim presjecima štapova vezana je na upotrebu poznatih tablica za konstante štapova s vutama. Koristit ćemo se tablicama iz Guldanova djela [9], koje je izišlo kod nas u prijevodu.

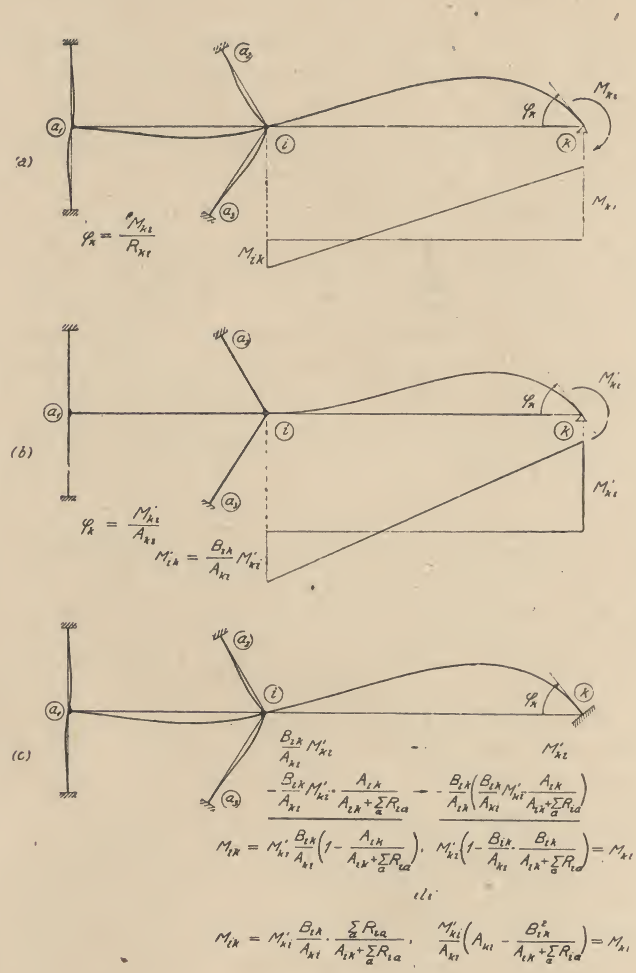
1. Osnovni obrasci i njihova primjena

Osnovni zadatak: naći izraz za povezanu krutost i povezani prenosni faktor štapa i—k, vezanog u čvoru i sa pramenom štapova i—a s poznatim vrijednostima povezane krutosti, a slobodno okretno položenog na kraju k (sl. 10a), rješava se posve analogno kao i kod sistema sa štapovima konstantnog presjeka (sl. 2a-c).

Kut zaokreta φ_k ležišnog presjeka (ki) štapa i—k, napregnutog momentom M_{ki} u tome presjeku, dan je izrazom navedenim uz momentni dijagram toga štapa na sl. 10a. Sa R_{ki} označena je povezana krutost štapa i—k pri otpuštanju čvora i.

Isti štap i—k, fiksiran u čvoru i protiv zaokretanja presjeka (ik) (sl. 10b), dobit će jednako zaokretanje φ_k ležišnog presjeka (ki) pod djelovanjem momenta $M'_{ki} > M_{ki}$. Ono je po poznatom obrascu dano izrazom, navedenim uz momentni dijagram tako pričvršćenog i napregnutog štapa na sl. 10b. Sa A_{ki} označena je konstanta štapa, koja se za različite zakone promjenljivosti presjeka štapa (oblika vuta) nalazi u Guldanovim tabelama br. 5—8 ili dijagramima br. 5a—8a. Ta konstanta ima značenje momenta, koji djeluje u ležišnom presjeku (ki) grede i—k, jednostrano uklije̋štene u ležištu i, ako se taj presjek zaokreće za kut $\varphi_k = 1$. U ležišnom presjeku (ik) nastupa u tom slučaju naprezanja i deformacije štapa momenat B_{ik}.*)

*) Zbog toga statičkog značenja označene su konstante štapa velikim slovom. (U Guldanovim tablicama one su označene analognim malim slovom.)



Sl. 10a—c

Uspoređenje izraza za kut φ_k na sl. 10a i 10b daje odnos

$$R_{ki} = \frac{M_{ki}}{M'_{ki}} A_{ki}. \qquad (8)$$

Otpustimo li fiktivno pričvršćenje čvora i na sl. 10b, pridržavajući ležišni presjek (ki) zaokrenut za kut φ_k, dobivamo postupkom izjednačenja momenata za momente M_{ki} i M_{ik}, koji odgovaraju stanju naprezanja i deformacija na sl. 10a, vrijednosti navedene ispod sl. 10c. Prema tome imamo po obrascu (8) za povezanu krutost R_{ki} izraz

$$R_{ki} = A_{ki} - \frac{B_{ik}^2}{A_{ik} + \sum_a R_{ia}}. \qquad (9)$$

Izraz za povezani prenosni faktor γ_{ki} dobivamo dijeljenjem izraza za M_{ik} izrazom za M_{ki}. S upotrebom obrasca (8) imamo dakle

$$\gamma_{ki} = \frac{M_{ik}}{M_{ki}} = \frac{M_{ik}}{M'_{ki}} \cdot \frac{A_{ki}}{R_{ki}} \qquad (10)$$

i odatle, s izrazom za M_{ik}, dobivenim na sl. 10c,

$$\gamma_{ki} = \frac{B_{ik}}{R_{ki}} \cdot \frac{\sum_a R_{ia}}{A_{ik} + \sum_a R_{ia}} \qquad (11)$$

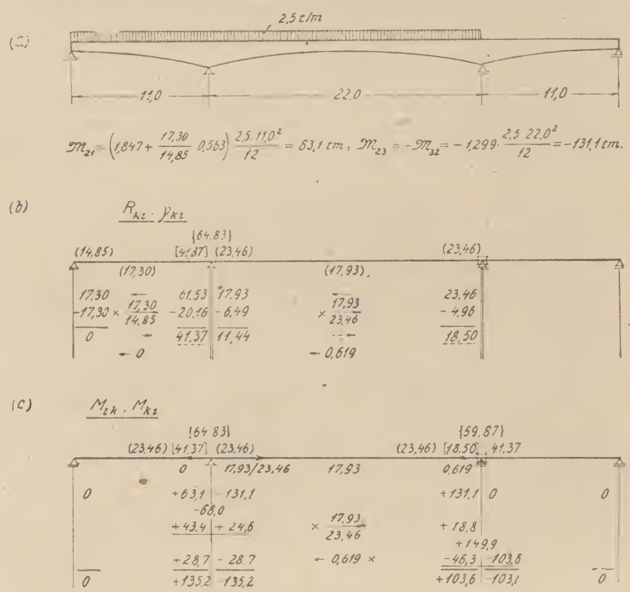
I ovdje, ako stavimo $M'_{ki} = A_{ki}$, možemo povezanu krutost R_{ki} i povezani prenosni faktor γ_{ki}

jednostavno izračunati postupkom izjednačenja momenata. (U tome je slučaju $M'_{ki}=A_{ki}$, $M_{ki}=R_{ki}$, $\gamma_{ki}=M_{ik}/R_{ki}$).

G r a n i č n e v r i j e d n o s t i povezanih krutosti i prenosnih faktora štapa i—k.

(12)
Potpuno uklještenje u čvoru i:
$(\Sigma R_{ii}=\infty)$ $\quad R_{ki}=A_{ki}$, $\gamma_{ki}=B_{ik}/A_{ki}$,
Zglobno pričvršćenje u čvoru i:
$(\Sigma R_{ia}=0)$ $\quad R_{ki}=A_{ki}—B_{ik}^2/A_{ik}$, $\gamma_{ki}=0$.

Primjer 5. Simetričan kontinuirani nosač preko tri polja, s paraboličnim vutama, nesimetrično opterećen (sl. 11a). Dimenzije nosača i konstante njegovih



Sl. 11a—c

štapova, navedene u tablici konstanti, uzete su iz Guldanove knjige ([9], brojčani primjer 24).

Tablica konstanti štapova

Štap	$I_{ik}^{(c)}$ (m⁴)	$I_{(ik)}$ (m⁴)	l_{ik} (m)	d_{ik} (m)	$\lambda_{ik}=d_{ik}/l_{ik}$	$\nu_{ik}=I_{ik}^{c}/I_{(ik)}$
1—2 4—3	0,0265	0,5194	11,00	11,00	1,00	0,05
2—3	0,0265	0,5194	22,00	11.00	0,50	0,05

Štap	$\mathfrak{a}_{ik}$	$\mathfrak{a}_{ki}$	$\mathfrak{b}_{ik}$	$EI_{ik}^{(c)}/l_{ik}$	A_{ik}	A_{ki}	B_{ik}
1—2 4—3	6,16	25.53	7.18	2,41	14,85	61,53	17,30
2—3	19,47	19,47	14,88	1.205	23,46	23,46	17,93

Objašnjenja: d_{ik} = dužina vute, $I_{ik}^{(c)}$ = momenat tromosti u srednjem presjeku štapa (na kraju vute); $I_{(ik)}$ = momenat tromosti u ležišnom presjeku štapa (na početku vute) $A_{ik}=\mathfrak{a}_{ik}\cdot EI_{ik}^{(c)}/l_{ik}$, i t. d.

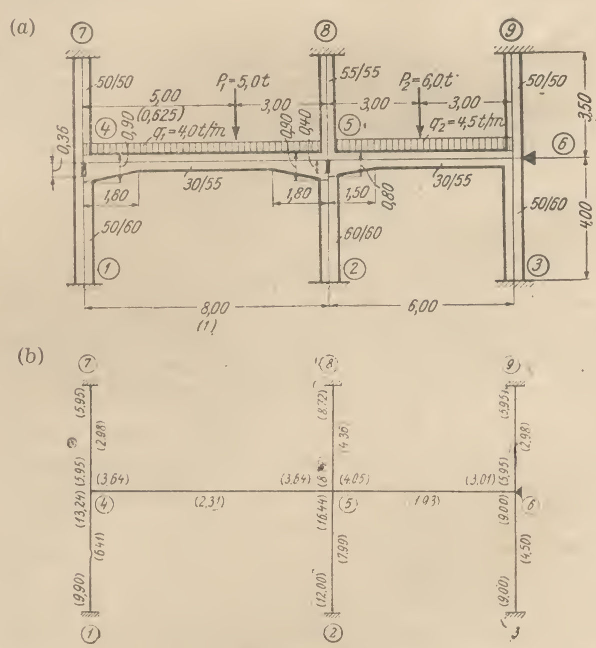
Fiktivna pričvršćenja čvorova otpuštat ćemo redom: 2, 3. (Ležišta su numerirana sa 1, 2, 3, 4.)

Ispod sl. 11a izračunati su osnovni priključni momenti štapova za dane terete. (Osnovni momenat $\mathfrak{M}_{21}$ jednostrano potpuno ukliještenog štapa 1—2 određen je po poznatom obrascu iz osnovnog momenta obostrano potpuno ukliještenog štapa.) Koeficijenti 1,847, 0,563 i 1,299 uzeti su iz Guldanove tablice bi, 10 odn. 12 za dane vrijednosti λ_{ik} i ν_{ik}.

Na sl. 11b izračunate su postupkom izjednačenja momenata povezane krutosti R_{21}, R_{32} i povezani prenosni faktor γ_{32}. (Faktor γ_{21}, jednak je nuli.)

Račun ležišnih momenata nalazi se na sl. 11c.

Primjer 6. Postrano nepokretni okvirni sistem nosača na sl. 12a. (Kontinuirana greda preko dva polja s vutama, u čvrstoj vezi sa stupovima sprata ispod i iznad nje.) Dimenzije sistema nosača i konstante štapova, koje im odgovaraju, preuzete su iz Guldanova djela ([9], brojčani primjer 15). Vrijednosti konstanti A_{ik}, A_{ki} i B_{ik} unesene su skicu okvira na sl. 12b, i to konstante A_{ik} i A_{ki} na krajevima, a konstante B_{ik} u sredinama štapova. Fiktivna pričvršćenja čvorova 4, 5, 6 otpuštat ćemo s lijeva i sa desna na lijevo prema čvoru 5. Za čvorove 4 i 6 izračunati su stoga vrijednosti ΣA_{4r} odn. ΣA_{6r}, potrebne za izračunavanje povezanih krutosti R_{54} i R_{56}, kao i povezanih prenosnih faktora γ_{54}, γ_{56}, koje je izvršeno postupkom izjednačenja momenata na sl. 12c.



Sl. 12a—b

Sa vrijednostima osnovnih priključnih momenata $\mathfrak{M}_{ik}$, izračunatima iznad sl. 12c s upotrebom Guldanovih tablica 9, 11, 13 i 15, određene su na sl. 12d postupkom izjednačenja momenata veličine priključnih momenata greda 4—5 i 5—6. Prvo je uravnotežen čvor 4 i izvršen prenos momenta u priključni presjek (54), zatim je uravnotežen čvor 6 i izvršen prenos momenta u priključni presjek (56). Konačno je uravnotežen čvor 6 i izvršen prenos momenata u presjeke (45) i (65).

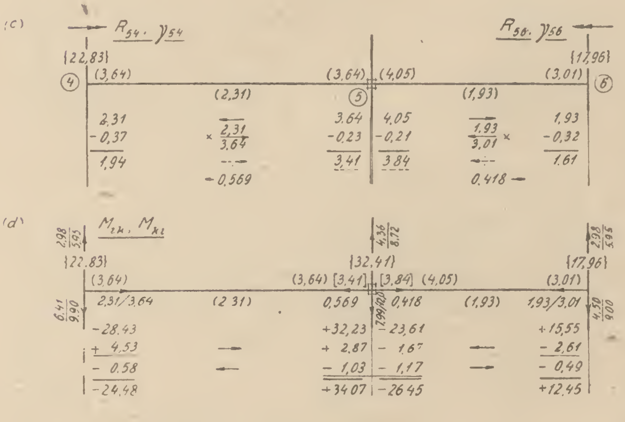
Raspodjela momenata — M_{45}, — M_{65} odnosno — (M_{54} + M_{65}) na priključne presjeke (ik) stupova, vezanih u čvoru 4 odn. 6 odn. 5, koja je izvršena u

$$\mathfrak{M}_{45} = -1{,}162\,\frac{4{,}0\;8{,}0^2}{12} - 0{,}091.\,5{,}0\;8{,}0 = -24{,}79 - 3{,}64 = -21{,}43\,tm,$$

$$\mathfrak{M}_{54} = +1{,}162\,\frac{4{,}0\;8{,}0^2}{12} + 0{,}180.\,5{,}0\;8{,}0 = +24{,}79 + 7{,}44 = +32{,}23\,tm,$$

$$\mathfrak{M}_{56} = -1{,}293\,\frac{4{,}5.\,6{,}0^2}{12} - 0{,}171\;6{,}0.\,6{,}0 = -17{,}45 - 6{,}16 = -23{,}61\,tm.$$

$$\mathfrak{M}_{65} = +0{,}872\,\frac{4{,}5.\,6{,}0^2}{12} + 0{,}105\;6{,}0\cdot 6{,}0 = +11{,}77 + 3{,}78 = +15{,}55\,tm$$



$M_{41} = +16{,}89$ tm. $M_{52} = -4{,}98$ tm $M_{63} = -7{,}50$ tm.

$M_{14} = +8{,}18$ tm. $M_{25} = -2{,}42$ tm, $M_{36} = -3{,}75$ tm,

$M_{47} = +7{,}59$ tm. $M_{58} = -2{,}64$ tm $M_{69} = -4{,}95$ tm,

$M_{74} = +3{,}80$ tm $M_{85} = -1{,}32$ tm, $M_{96} = -2{,}48$ tm

Sl. 12c—d

omjeru povezanih krutosti $R_{ik} = A_{ik}$ stupova, dobivene su vrijednosti priključnih momenata stupova u tim čvorovima. Prenos tih momenata u potpuno ukliještene ležišne presjeke (ri) stupova izvršen je množenjem s prenosnim faktorom B_{ir}/A_{ir}.

2. Iskorištenje simetrije i antimetrije

Načelno vrijedi što je o tome kazano kod sistema nosača sa štapovima konstantnog presjeka. Promatra se samo polovica sistema nosača s jedne strane simetrale.

Simetralom sječeni simetrično opterećeni štap ulazi u račun s krutošću

(13) $$R_{ki} = A_{ki} - B_{ik}.$$

Simetralom sječeni antimetrično opterećeni ili napregnuti štap ulazi u račun s krutošću

(14) $$R_{ki} = A_{ki} + B_{ik}$$

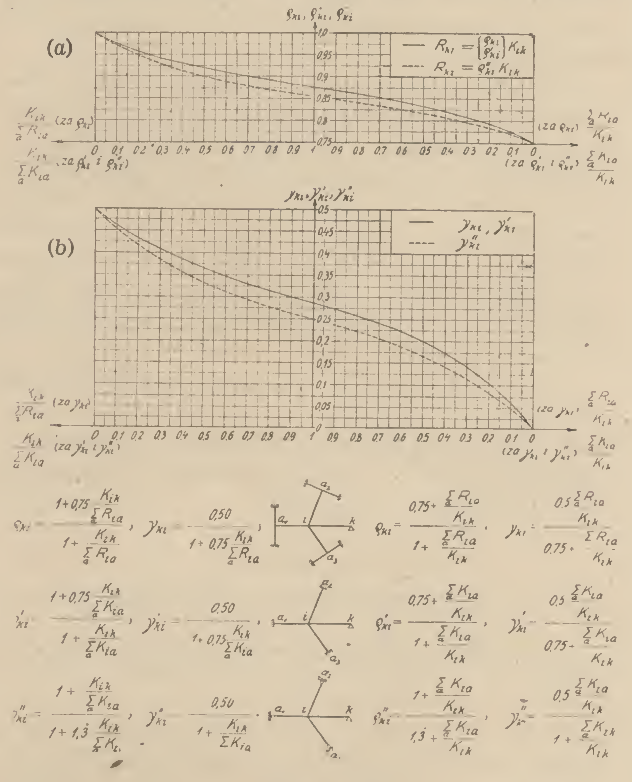
(Ovi obrasci slijede iz osnovnog obrasca za priključni momenat $M_{ki} = A_{ki}\varphi_k + B_{ik}\varphi_i + \mathfrak{M}_{ki}$, sa $\varphi_i = -\varphi_k$ odn. $+\varphi_k$.)

B. Ciklički sistemi okvirnih nosača

B, 1. Sistemi sa štapovima konstantnog presjeka

Kod cikličklih (zatvorenih) sistema nosača mora se procijeniti povezana krutost jednoga ili više štapova prema njihovom stepenu ukliještenja. Pogreške u toj procjeni redovito malo utiču na rezultate, jer se povezana krutost R_{ki} štapa $i—k$ mijenja samo u razmjerno uskim granicama, ako se za povezane krutosti štapova $i—a$, s kojima je on vezan u čvoru i, mjesto stvarnih vrijednosti R_{ia} uzmu procijenjenje vrijednosti, pa čak i granične vrijednosti po obrascu (5). To se jasno vidi iz dijagrama sl. 13a, koji pokazuje zavisnost povezane krutosti R_{ki} od veličine omjera stvarne krutosti štapa K_{ik} i sume povezanih krutosti pramena štapova $i—a$. Lijeva polovica dijagrama odnosi se na slučaj, da je krutost štapa K_{ik} manja od ΣR_{ia}, a desna na obrnuti slučaj.

Ispod dijagrama 13b napisan je obrazac za izračunavanje koeficijenta ρ, s kojim treba množiti stvarnu krutost štapa K_{ik}, da se dobije njegova povezana krutost R_{ki}. Ordinate puno izvučene



Sl. 13a—b

(gornje) linije u dijagramu predstavljaju vrijednost toga koeficijenta za korespondentne vrijednosti $K_{ik}/\Sigma R_{ia}$ kao apscise.

Obrazac za koeficijenat ρ' vrijedi za slučaj potpunog ukliještenja štapova $i—a$ na krajevima a. Gornja (puna) linija dijagrama pokazuje funkcionalnu zavisnost koeficijenta ρ' od odnosa $K_{ik}/\Sigma K_{ia}$. Obrazac za ρ'' vrijedi za slučaj zglobnog priključka štapova $i—a$ na krajevima a. Donja (crtkana) linija dijagrama 13a pokazuje funkcionalnu vezu toga koeficijenta i omjera $K_{ik}/\Sigma K_{ia}$.

Gornja tvrdnja o malenom uticaju pogreške u procjeni povezanih krutosti »ležišnih štapova« $i—a$ na veličinu povezane krutosti R_{ki} prema tome je posve opravdana.

Na sl. 13b pokazana je na isti način funkcionalna zavisnost povezanog prenosnog faktora γ_{ki} i odnosa $K_{ik}/\Sigma R_{ia}$. I tu gornja (puno izvučena) linija vrijedi za slučaj elastičnog i totalnog uklještenja štapova i—a na krajevima a, a donja (crtkana) za slučaj zglobnog pričvršćenja.

Dijagrami 13a i 13b mogu korisno poslužiti i za brzo određivanje povezanih krutosti i povezanih prenosnih faktora štapova. Polazeći od štapa k—i priključenog u čvoru i na pramen štapova i—a s poznatim povezanim krutostima R_{ia}, uzme se iz dijagrama 13a za omjer $K_{ik}/\Sigma R_{ia}$ kao apscisu korespondentni koeficijenat ρ kao ordinata puno izvučene linije. Umnožen sa stvarnom krutosti štapa K_{ik}, on daje povezonu krutost R_{ki}. Iz dijagrama 13b očita se za istu apcisu $K_{ik}/\Sigma R_{ia}$ vrijednost γ_{ki} povezanog prenosnog faktora kao ordinata puno izvučene linije.

U slučaju elastično ukliještenih ležišnih štapova, gdje povezane krutosti R_{ia} nisu poznate, one se mogu procijeniti. Još jednostavnije se može postupiti tako, da se odredi omjer $K_{ik}/\Sigma K_{ia}$ stvarne krutosti štapa i—k i sume stvarnih krutosti ležišnih štapova i—a, i za njega kao apscisu očita vrijednost koeficijenta ρ kao ordinata neke točke između pune i crtkano izvučene linije u dijagramu 13a. Analogno se može odrediti i povezani prenosni faktor iz dijagrama 13b.

Ako razlike između stvarnih krutosti štapova nisu značajne, mogu se bez izračunavanja ili upotrebe dijagrama 13a i 13b odrediti vrijednosti povezanih krutosti i prenosnih faktora štapova po ovim približnim obrascima:

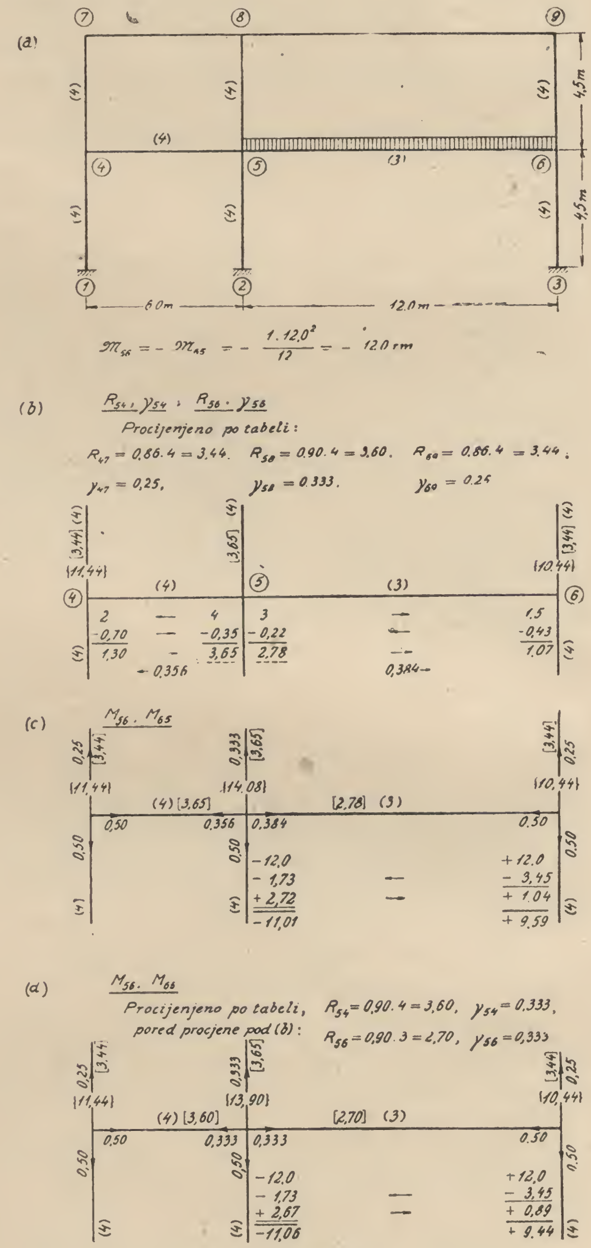
Približne vrijednosti γ_{ki}, R_{ki}

Štap k-i priključen u čvoru na	γ_{ki} ≈	R_{ki}
1 štap	$\frac{1}{4} = 0{,}25$	$\frac{6}{7}K_{ik} = 0{,}86K_{ik}$
2 štapa	$\frac{1}{3} = 0{,}333$	$\frac{9}{10}K_{ik} = 0{,}90K_{ik}$
3 štapa	$\frac{2}{5} = 0{,}4$	$\frac{15}{16}K_{ik} = 0{,}94K_{ik}$

$$R_{ki} = \frac{3}{4-2\gamma_{ki}}K_{ik} \quad (15)$$

Bez obzira na netačnost u određivanju povezanih krutosti i prenosnih faktora, rezultat računa mora kod cikličkih sistema biti približan i zbog toga, što se kod njih momenti prenose od čvora do čvora u zatvorenim krugovima, pa bi se tačno rješenje moglo dobiti samo ponavljanim cikličkim prenosima. Takovo izračunavanje je međutim nepotrebno, jer se vrijednosti momenata naglo umanjuju pri prenosu preko nekoliko čvorova. (Vidi približne vrijednosti prenosnih faktora u tabeli.) Praktično će rezultati biti, barem za prvi račun, dovoljno tačni, ako se momenti prenose samo do prvih ili, najdalje, drugih susjednih čvorova.

Primjer 7. Dvospratni okvir na sl. 14a, opterećen u jednome polju prvoga sprata. (Primjer je, zbog uspoređenja postupaka, uzet iz rasprave [7].) Traže se priključni momenti opterećenog štapa i momenti preneseni u susjedne čvorove.



Sl. 14a—d

Sl. 14b pokazuje račun povezanih krutosti i prenosnih faktora, izvršen na osnovi procjene povezanih krutosti i povezanih prenosnih faktora štapova 4—7, 5—8 i 8—9 po tabeli približnih vrijednosti tih veličina. Fiktivne veze čvorova otpuštane su redom: 4, 6.

Sl. 14c daje račun priključnih momenata opterećenoga štapa.

Na sl. 14d pokazan je račun istih momenata, izvršen na osnovu procijenjenih povezanih krutosti greda i stupova povezanih u čvorovima s opterećenom gredom. Razlika prema tačnijem računu na sl. 13c je neznatna.

Isti zadatak, riješen s upotrebom dijagrama 13a i 13b, daje rezultate koji se vrlo dobro slažu s onima na slici 14b, ali za to, prirodno, treba nešto više posla nego za račun na sl. 14d.

B, 2. Sistemi sa štapovima promjenljivog presjeka

Ciklički sistemi sa štapovima promjenljivog presjeka načelno se mogu proračunavati na isti način kao i takovi sistemi sa štapovima konstantnoga presjeka. Potrebna procjena povezane krutosti jednoga ili više štapova vrši se na osnovu obrazaca (12) za granične vrijednosti povezane krutosti. Za tu se procjenu, razumljivo, ne mogu dati jednostavni približni obrasci ili dijagrami kao kod sistema sa štapovima konstantnog presjeka.

—

Izračunavanje višespratnih okvira s lateralno pomičnim čvorovima po postupku povezanih krutosti zahtijeva općenito — kao i u metodi stalnih tačaka — rješavanje u dva stepena, t. j. uvođenje i uklanjanje fiktivnih pridržajnih sila.

(Svršit će se.)

LITERATURA:

[1] Klouček, Razvod deformace jako podklad nove početní metody. Praha, 1940. (Fr. Řivnač.)

[2] Kušević, Relaksacioni postupci izračunavanja okvirnih sistema nosača. Naše Građevinarstvo 1954, br. 11 i 12. (Beograd, »Tehnika«.)

[3] Mayer, Neue Statik der Tragwerke aus biegungssteifen Stäben. Berlin, 1942. (Bauwelt-Verlag.).

[4] Shepherd, Continuous Beam Structures. London, 1945. (Concrete Publications, Ltd.)

[5] Pirlet, Statik der rahmenartigen Tragwerke. Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1952. (Springer-Verlag).

[6] Suter-Traub, Die Methode der Festpunke. Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1951. (Springer-Verlag).

[7] Kohl, Rekursionsformeln zur Ermittlung der Momenten- und Drehwinkelfestpunkte und ihre Anwendung zur Berechnung von Durchlaufbalken und Rahmentragwerken. Der Bauingenieur 1953, H. 7. Berlin/Göttingen/Heidelberg, (Springer-Verlag)

[8] Steinman, Moment Distribution by Linked Rigidities. Engineering News Record, June 1944. — Moment Distribution by Symmetry and Anti-Symmetry. Engineering News Record, January 1945.

[9] Guldan, Rahmentragwerke und Durchlaufträger. Wien, 1943. (Springer-Verlag.)

PRIMJENA POJEDNOSTAVNJENOG NAČINA RAČUNANJA PRITISNUTE ARMATURE KOD SAVIJANJA

Prof. ing. dr. techn. **Vladimir Juranović**, Zagreb

Prema tačci 18 st. 1 P.T.P. za beton i armirani beton propisano je: »... da su beton i armatura elastični materijali, koji solidarno rade«. Ova odredba nalaže primjenu klasičnih metoda računanja armiranih betonskih konstrukcija. Međutim, tačka 2, st. 1 određuje: »Statički račun .... se mora sastavljati na naučnim osnovama i načelima ekonomičnosti, a mora voditi računa o stvarnim uslovima pod kojima dejstvuju pojedini konstruktivni elementi«.

Pošto su P.T.P. bazirani, uglavnom, na švicarskim propisima još od god. 1935, posve je jasno, da je nauka u prošlih skoro 20 godina razjasnila mnoge činjenice, koje nalažu elastičniju primjenu P.T.P. po citiranoj tačci 2, st. 1.

Danas je već opće poznata i utvrđena činjenica, da će pritisnuta armatura u pritisnutom betonu biti naprezana daleko više, nego bi to davala klasična metoda računanja.*) Pokusima je ustanovljeno, da je u prelomnom stadiju armatura naprezana do granice gnječenja.

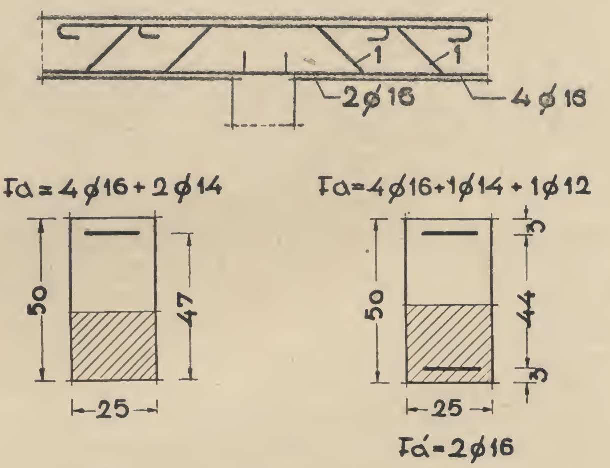
Dvostruko armirani presjek, naprezan na savijanje, računa se po prelomnim metodama na način, da se momenat pritisnute armature pronađe iz uvjeta

$$k \,.\, M^A = F_a' \,.\, \sigma_{a\,gn}\,(h_0 - a'),$$

s odgovarajućom površinom presjeka vlačne armature $F_a^A = F_a'$.

Dodatna vlačna armatura F_a^B pronađe se za jednostruko armirani presjek naprezan preostalim dijelom momenta savijanja

$$k \,.\, M^B = k \,.\, M - k \,.\, M^A.$$



Analogan način računanja je i po klasičnoj metodi također posve opravdan, pošto je naučno posve dokazano, da je pritisnuta armatura posve iskorištena, ako se nalazi između rezultante pritisaka na beton i pritisnutog ruba betona. S obzi-

*) Mörsch, Der Eisenbetonbau I/1, Sahnovski, Železii betonie konstr., Stoljarov, Uvod u teoriju betona.

rom na koeficijent sigurnosti sadržan u odnosu $\sigma_{a\ gn}$ prema $\sigma_{a\ dop}$, moglo bi se dimenzioniranje vršiti po formulama

$$M^A = F_a' \cdot \sigma_{a\ dop} (h_o - a'),$$
$$F_a^A = F_a',$$
$$M^B = M - M^A,$$
$$F_a = F_a^B + F_a^A.$$

Takova metoda:

1) znatno skraćuje postupak dimenzioniranja dvostruko armiranih presjeka, naprezanih na savijanje i

2) omogućuje brz način uračunavanja pritisnute armature na ležajnim presjecima kontinuiranih nosača, kod kojih treba uvijek voditi 1/3 do 1/2 armature polja preko ležaja.

Uračunavanje već postojeće pritisnute armature nad ležajima je ekonomično, jer je krak unutarnjeg para sila, koje naprežu pritisnutu i odgovarajuću vlačnu armaturu, skoro bez iznimke veći od unutarnjeg para sila, koje naprežu beton i odgovarajuću vlačnu armaturu. Radi toga će se po takovom načinu računanja štediti vlačna armatura, dok se pritisnuta armatura i onako mora provoditi. Uštede armature iznose teoretski i do 4% ukupne armature presjeka.

Za ilustraciju postupka navodimo jedan primjer:

Presjek širine $b = 25$ cm, visine $h = 50$ cm.

Ležajni momenat M = 6400 kgm

a) Bez uračunavanja pritisnute armature:

$r = 0{,}294$, σ - - - 75/1400,

$t = 0{,}00275$, $F_a = 11{,}0\ cm^2$.

b) Uzevši u obzir postojeću pritisnutu armaturu 2 ⌀ 16:

$Fa' = 4{,}0\ cm^2$,

$M^A = F_a' \cdot \sigma_{a\ dop} \cdot (h_o - a') = 4{,}0 \cdot 1400 \cdot 44 = 2460$ kgm,

$M^B = M - M^A = \quad = 3940$ kgm

$r = 0{,}274$, σ - - - 56/1400,

$t = 0{,}00210$, $F_a = F_a^B + F_a' = 6{,}6 + 4{,}0 = 10{,}6\ cm^2$.

c) Presjek iz primjera b) kontroliran po klasičnoj metodi daje

$\sigma_a = 1420\ kg/cm^2$, $\sigma_b = 68\ kg/cm^2$.

PANČEVAČKI RIT

U SPOMEN PROFESORU ING. STJEPANU BELLI

Ing. **Miroslav Stojšić**, Zagreb

Prošlo je već više od dvadesetak godina, otkako je završen rad, koji po obimu i važnosti ide među najzamašnije radove, dotad izvedene na melioracionom području u našoj državi. To je isušenje Pančevačkog rita, golemoga kompleksa zemljišta, koje leži između Dunava i Tamiša. U roku od tih dvadeset godina bilo je pet velikih poplava, od kojih je ona od 1940. bila najveća, pa sada postoji mogućnost, da se izvrši usporedba računski pretpostavljene i stvarne velike vode.

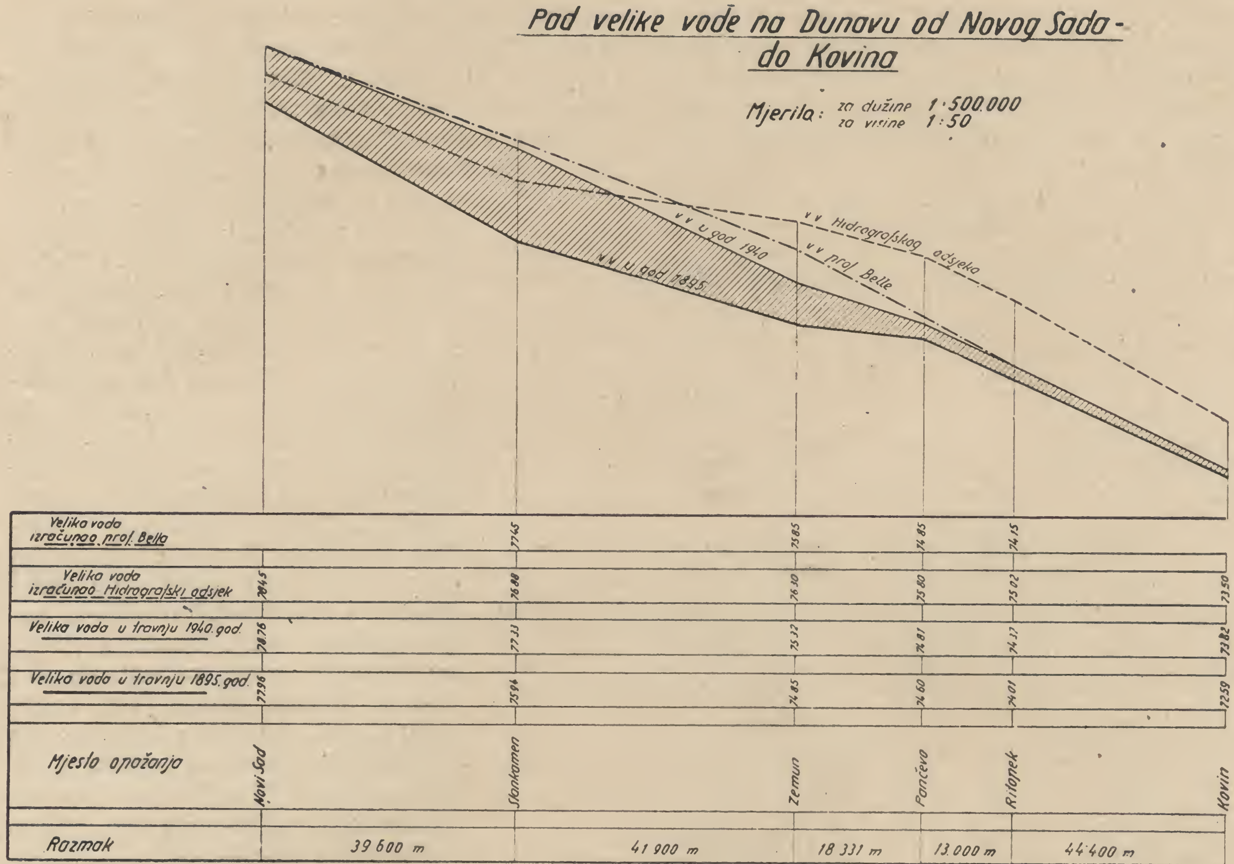
Koliko se god puta ozbiljno pokrenulo pitanje isušenja Pančevačkog rita, u javnosti i u stručnim krugovima došlo je do raspravljanja, za koliko će porasti nivo velike vode u Dunavu, ako se izgrade projektirani nasipi. Tako su se pri ocjenjivanju projekta Dunavsko-tamiške vodne zadruge o tom porastu dunavske velike vode iskristalizirala dva suprotna mišljenja. Jedan proračun izradio je ing. N. Bernatsky, koji je radio u tadašnjem Hidrografskom odsjeku u Beogradu, a prikazao ga je u brošuri, koju je god. 1927. izdala bivša Generalna direkcija voda. Prema tom se proračunu pretpostavljalo, da će poslije izgradnje nasipa porast vode i od Pančeva uzvodno i od Pančeva nizvodno biti vrlo velik (sl. 1). Drugi je proračun, osim ostalih, izveo prof. Bella, a taj se u dvadeset godina, otkako postoji obrambeni nasip, pokazao potpuno ispravnim, pa se velika voda od god. 1940., koja je po jačini i vehementnosti bila slična onoj iz god. 1895., gotovo izjednačila s izračunatim porastom velike vode.

Kako sam uz prof. ing. Bešlića sudjelovao na sastavu tog projekta, pa sam upoznat s cijelim njegovim historijatom, smatram, da će za one, koji se bave melioracionim pitanjima, biti od koristi, da iznesem taj račun i izvršim uspoređenja s velikom, vodom, koja je u mjesecu travnju 1940. god. stvarno nastupila.

Opća karakteristika područja Pančevačkog rita

Na zaštiti tog rita od velike vode radilo se više od jednog vijeka. Prvi zaštitni nasipi bili su izgrađeni god. 1868., no oni su bili tako slabi i građeni bez iskustva, da ih je velika voda od god. 1876. uništila. Zbog toga su se novokolonizirane općine Albrechtsdorf, Königsdorf i Giselaheim, kojima je velika voda odnijela kuće i usjeve, morale raseliti. Tako je propao pokušaj austrijske vlasti, da na tom terenu, uz tadašnju državnu granicu prema Kraljevini Srbiji, naseli njemački živalj.

God. 1882. ponovo su poduzete mjere za zaštitu tog rita, no i ti su pokušaji ostali bez uspjeha. Tek god. 1910. tadašnje su vlasti izradile nov plan za obranu od poplave, na temelju kojega je u jeseni god. 1913. osnovana vodna zadruga. Građevna je dozvola izdana god. 1915., ali zbog Svjetskog rata nije došlo do provedbe građevnih radova.



Sl. 1

Poslije ujedinjenja, kada su svi prijašnji planovi propali, počela su se ponovo vršiti izučavanja tog predmeta, pa su do god. 1928. svi potrebni planovi sastavljeni i dovršeni. Građevno poduzeće Batinjol dobio je te radove na izvedbu i završilo ih god. 1932.

Da bi se shvatio obujam posla na isušivanju Pančevačkog rita, dovoljno je da se navedu tehnički podaci o glavnim radovima.

1. Od Surduka do Pančeva duž Dunava, pa dalje od Pančeva do Surduka duž Tamiša, izveden je zaštitni nasip, visok poprečno 5 metara, ukupne dužine 89,890 km, s kubaturom od 13 555 100 m^3 (sl. 2).

2. Za odvođenje unutrašnjih voda izvedena su tri odvodna sistema s ukupnom dužinom svih kanala od 196 km, a za prebacivanje vode iz tih kanala uspostavljene su tri crpne stanice s ukupnom jačinom od ca. 750 HP. Osim ovih krupnih objekata izgrađeno je oko 130 mostova s rasponom od 3—10 m, 17 čuvarnica za čuvare nasipa, 11 kućica za čuvare kanala, direkcijska zgrada Dunavsko-tamiške zajednice u Pančevu, sekcijske zgrade u Borči i Opovu za odsječne inženjere, telefonska mreža i mnogi manji objekti.

Pod nazivom »Pančevački rit« razumijeva se današnje područje Dunavsko-tamiške vodne zajednice, koje obuhvaća naravnu kotlinu između Dunava i Tamiša i spojnog rukavca zvanog Karaš. Ta kotlina zaprema površinu od 426 km^2; od toga je u ono vrijeme otpalo:

na močvare i vododerine	9,9%
na šume	3,8%
na pašnjake	59,0%
na ritske livade	17,5%
na oranice	8,8%
na neplodni prostor (sela, ceste) . . .	1,0%
	100,0%

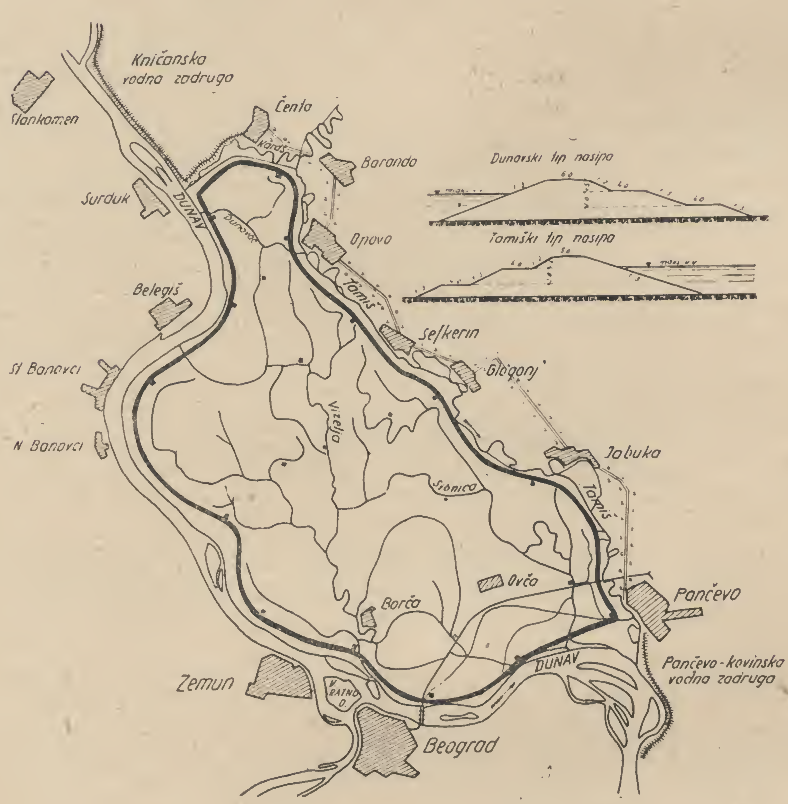
U tom području nalazile su se svega dvije naseobine, Ovča i Borča, a preostali dio rita iskorišćivale su druge općine, koje leže u priličnoj udaljenosti na višem terenu. U geodetskom pogledu područje nalikuje na paralelogram s prosječnom širinom od 14 km i dužinom od 30 km (sl. 3).

Kod većih vodostaja ta je kotlina sa sviju strana bila poplavljena, te je kod najvišeg vodostaja, kad ju je pokrivao prosječno 3,25 m visok vodni sloj, predstavljala ogroman vodni rezervoar s obujmom od 1 400 miliona kubnih metara; prema tome na evropskom kontinentu bio je jedan od većih. Taj je rezervoar, na pr., bio sličan Bodenskom jezeru, kroz koje prolazi Rajna, a koje, kad velika voda naraste za 2,12 m, uz površinu od 512 km^2 odgovara obujmu od ca. 1 200 miliona kubnih metara vode. U Ženevskom se jezeru maganizira 1,770 mi-

liona kubičnih metara velike vode Rhone. Sve to navodim zato, da istaknem važnost — koja je uostalom opće poznata — što je imaju rezervoari za režim voda u dotičnoj rijeci.

Teren visi od sjeverozapada prema jugoistoku, a prosječni mu je pad 7 cm po kilometru.

SITUACIJA
dunavsko-tamiške vodne zadruge
Razmjer 1:200000



Sl. 2

Kad su vode Dunava i Tamiša u porastu, pa vodostaj nadmaši visinu terena, rezervoar se počne puniti. U toj se fazi voda na sve strane razlijeva, dok ga ne ispuni. Kad nastupi kulminacija, rezervoar je pun, a voda teče u smjeru pada, dakle od sjeverozapada prema jugoistoku. Treća faza nastaje, kad voda u Dunavu počne opadati i kad se rezervoar ispražnjuje. Učinak je svega toga:

a) da se uzvodno od tog rezervoara pad velike vode u Dunavu povećava;

b) da se u opsegu rezervoara smanjuje pad velike vode;

c) da se nizvodno od rezervoara smanjuje relativni protok, a produžuje vrijeme odtoka.

Ispravnost tih tvrdnja dokazuje uzdužni presjek dunavske velike vode (sl. 1). Karakteristika vodnih prilika u Pančevačkom ritu time još nije iscrpena. Već i letimičan pogled na međusobni položaj rijeka Dunava i Tamiša, koje su spojene rukavcima Dunavac i Karaš, upućuje na pomisao, da Tamiš u svom donjem dijelu djeluje kao paralelni odušni kanal Dunava, i obrnuto: Dunav djeluje kao paralelni odušni kanal Tamiša. Kad je Dunav veći od Tamiša, dunavska voda prolazi kroz Tamiš, da se kod Pančeva opet vrati u korito Dunava. A kad je Tamiš veći, događa se obratno: voda se iz Tamiša prelijeva u Dunav. Taj međusobni utjecaj moguć je to lakše, što te rijeke ne nadolaze istodobno. Opasni proljetni vodni val dolazi u Tamišu prije 15. travnja, a u Dunavu poslije tog roka. Praktična je posljedica opisanoga komuniciranja vode, da se Dunav kod velike vode rasterećuje za otprilike 1000 m³/sek, koliko podnosi donji Tamiš, a slično, no u manjoj mjeri, rasterećuje se i Tamiš, kojemu protok kod velike vode iznosi oko 600 m³/sek. Iz tog razmatranja proizlazi ujedno i to, da se utjecaj Tamiša na dunavski protok kod velike vode bez daljega može posve zanemariti.

S pedološkoga gledišta tlo je u području zajednice izvrsna stepska crnica, prikladna za sve vrste poljoprivredne kulture, naročito za okopavine i kudelju. Jedini izuzetak čini predjel između Karaša i Dunava, gdje se pokazuju tragovi solnih supstancija.

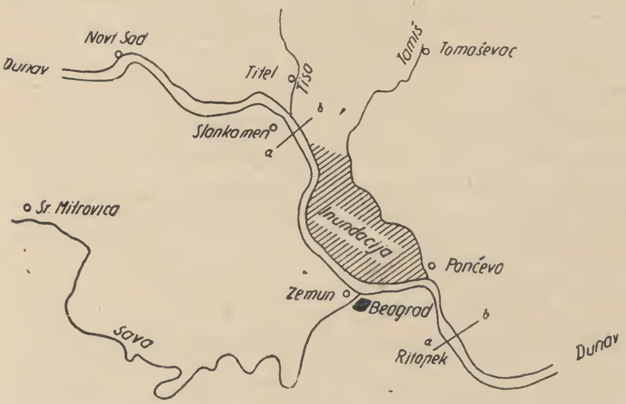
Kod sastavljanja projekta najprije se postavilo pitanje, treba li da se s pomoću nasipa postigne potpuna ili djelomična zaštita od vode. Za potpunu zaštitu od vode bile su predviđene ove dvije varijante:

1. da se kotlina Pančevačkog rita uz Dunav i Tamiš opaše obrambenim nasipom, koji bi imao svoje ishodište na visokoj obali kod Čente;

2. da se Tamiš kroz Dunavac odvede u Dunav tako, da se kod sela Opova njegovo korito pregradi zemljanim nasipom; prema tome, tu bi otpao tamiški dio glavnog nasipa.

Usporedimo li te dvije varijante, vidimo, da bi se kod varijante I vode Dunava i Tamiša potpuno odijelile, pa bi svako poriječje podnosilo svoju vodu. Tom bi se varijantom znatno oštetili interesi plovidbe po Tamišu, jer Tamiš ne bi dobivao vodu iz Dunava, niti bi kod malog vodstaja u njemu bilo plovne dubine, a što je još važnije, ne bi bilo dovoljno ni žive vode. To bi bilo na štetu svih sela, koja se nalaze na obali Tamiša od Pančeva do Opova.

Varijanta II uzrokovala bi još veći porast vode u Dunavu, živu vodu u Tamišu smanjila bi na nulu, korito Tamiša pretvorila bi u mrtvi rezervoar i onemogućila bi plovidbu po njemu još više nego varijanta I.



Sl. 3

Kod takva stanja stvari postavilo se pitanje, ne bi li se moglo naći rješenje, kojim bi se ti ekstremi donekle ublažli. Kako se prema obim varijantama računom dobivao velik porast Dunava, pomišljalo se na djelomičnu obranu od vode. Konture te varijante očitovale su se u promjeni varijante II u tom smislu, da se Tamiš Dunavcem odvede u Dunav, a glavni nasip da se ne provede uz Dunav, nego uz kanal Vizelju, čime bi se polovica Pančevačkog rita i dalje prepustila poplavi. Pomišljalo se i na drugo djelomično rješenje, naime, da se cijeli Pančevački rit zaštiti do nivoa dotad najveće fiksirane visine vode na taj način, da se voda, kad tu visinu prekorači, počne prelijevati u rit. To bi se omogućilo s izvjesnim preljevima preko nasipa i specijalnim upusnim i ispusnim napravama. Nezgodna je strana tih djelomičnih rješenja u tome kraju, što dunavska voda dolazi poslije 15. travnja, dakle u kasno proljeće, u doba intenzivnog razvoja vegetacije. Osim toga, takvo rješenje bilo bi nezgodno i za saobraćaj.

Razmatranja djelomične obrane Pančevačkog rita odbacili su već i sami projektanti. Oni su zastupali gledište, da taj golemi kompleks zemljišta između Dunava i Tamiša prvenstveno ima poslužiti za prehranu Beograda, jer je na njegovu domaku i u zgodnoj vezi s tim gradom.

Stvaranjem nove žitnice predviđale su se i druge koristi, kao što su ekonomske, saobraćajne i zdravstvene, koje su se mogle postići jedino primjenom potpune obrane od velike vode.

Način računanja

Račun se osnivao na zahtjevu za stvaranjem hidrauličke mogućnosti, da matično korito Dunava nakon izgradnje nasipa konsumira:

a) na potezu više savskog ušća najveću vodnu količinu, koja je u matičnom koritu bez inundacije mjerenjem utvrđena niže ušća Tise kod Slankamena;

b) na potezu niže savskog ušća najveću vodnu količinu koja je mjerenjem utvrđena niže ušća Tamiša i inundacije kod Ritopeka, pridodavši joj vodu, magaziniranu u ritu.

Protok pod b) mora bti jednak zajedno uzetom dunavskom protoku, koji je naveden pod a), i savskom protoku, o maksimumu kojega također postoje podaci, dobiveni mjerenjem; to daje ujedno i zgodnu kontrolu.

Pitanje, da li se dunavska najveća voda podudara sa savskom najvećom vodom, nije se uzelo u razmatranje. Činjenica je, da se to može dogoditi, a dok je tako, nije preostalo drugo, nego da se, u interesu što veće sigurnosti, uzme u račun istodobni nadolazak savske i dunavske velike vode.

Pozitivni podaci o velikoj vodi

Hidrografski odsjek GDV sistematski je mjerio vodnu količinu Dunava, i to na donjem kraju Dunavsko-tamiške vodne zajednice kod Ritopeka, a na njezinu gornjem kraju kod Slankamena, ispod ušća Tise.

Rezultati triju različitih mjerenja kod Ritopeka iznose:

Dan mjerenja	Vodostaj	Protoka
28. IX. 1925.	+ 216	4878 m^3/sek
1. XII. 1925.	+ 470	8740 m^3/sek
9. I. 1926.	+ 629	11050 m^3/sek

Iz tih mjerenja dobiva se jednadžba konsumpcione krivulje:

$$Q = 2637 + 8.13\, h + 0.0104\, h^2,$$

gdje je h vodostaj u centrimetrima, očitan na vodomjeru.

Ta jednadžba za najveći vodostaj od +733 daje protoku od $Q = 14180$ m^3/sek. Zanimljivo je, da se kod izjednačenog pada od $I = 0{,}0000452$, s pomoću Hermanekove formule, na temelju podataka Hidrografskog odsjeka GDV dobiva ista protoka: $Q = 9557 \,.\, 57{,}7 \,.\, \sqrt{15 \,.\, 0{,}0000452} = 14{,}333$ m^3/sek.

Rezultati se slažu uz minimalnu razliku, što govori, da se ta formula može primijeniti.

Kod Slankamena su rezultati triju različitih mjerenja ovi:

Dan mjerenja	Vodostaj	Protoka
7. XII. 1924.	+ 89	2016 m^3/sec
30. VI. 1925.	+ 216	2926 m^3/sec
19. I. 1926.	+ 540	6136 m^3/sec

što daje ovu jednadžbu konsumpcione krivulje:

$$Q = 1495 + 5.33\, h + 0.006\, h^2.$$

Budući da je fiksiran maksimalni vodostaj kod Slankamena +630, to bi prema gornjoj jednadžbi maksimalni protok na tom mjestu iznosio $Q = 7234$ m^3/sek.

Provedemo li kontrolni račun na temelju omočenog presjeka i pada primjenom Hermanekove formule, dobivamo tom rezultatu divergentni rezultat, t. j.

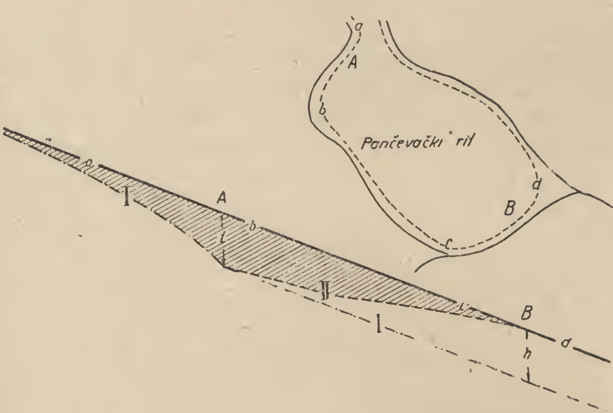
$$Q = 6898 \times 54.4 \sqrt{8.3 \times 0.0000704} = 8970 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Uzrok te divergencije može biti samo u tome, što se pad vode kod Slankamena, kad se ona počne prelijevati u Pančevački rit, znatno poveća, a zbog toga konsumpciona krivulja, konstruriana na temelju nižih vodostaja, za više vodostaje ne vrijedi. Da nema inundacije, kod vodostaja od + 630 slankamenskog vodomjera proteklo bi samo 7234 m^3/sek vode, ali kako je pad zbog inundacije veći nego kod srednjih vodostaja, protok iznosi 8970 m^3/sek, pa se dopušta zaključak, da je razlika od 8970—7234 = 1736 m^3/sek baš ona vodna količina, koja kod kulminacije protječe kroz inundaciono područje.

Iz jednadžbe konsumpcione krivulje proizlazi ujedno, da bi protoku od 8970 m^3/sek odgovarao vodostaj h = 756 cm, što odgovara porastu vode od 756 — 630 = 126 cm.

Slučaj inundacije pančevačkog rita u apstraktnom pogledu

Prof. Bella je, dokazujući svoje mišljenje o porastu velike vode, pretpostavio fiktivni slučaj, da je Pančevački rit već zaštićen nasipom a—b—c—d prema skici 4. Kod kulminacije će nivo velike vode nesumnjivo slijediti neki izjednačeni pad, u uzdužnom presjeku slike 4 označen slovima m—n—o—p. Zatim je pretpostavio, da se kod kulminacije nasip na mjestu A najednom otvori toliko, da se izvjesna vodna količina q m^3/sek može ulijevati u inundaciono područje, a zbog toga će vodostaj na mjestu A pasti za neku mjeru *t*. Uzvodno od A to će se sniženje osjećati kao depresiona krivulja, a nizvodno od A kao sniženi vodostaj, koji je paralelan s prijašnjim. Nastupit će, dakle, nivo vode prema oznaci br. I (vidi sl. 4).



Sl. 4

Vodna količina *q* za neko će vrijeme ispuniti rit. Zamislimo sada, da se u času, kad je rit pun vode poput nekoga riječnog korita, nasip na mjestu B otvori u takvoj mjeri, da se u rijeku vraća ista vodna količina *q*, koja iz nje izlazi na mjestu A. Od toga bi u inundaciji nastala sustružnica s protokom q m^3/sek, a posljedica bi bila, da bi vodostaj u rijeci na mjestu B porastao za neku visinu *h*, koja je teoretski jednaka mjeri *t*. Taj bi se porast prema gore osjećao kao usporna krivulja, a prema dolje vodostaj će biti isti kao prije inundacije. Nastupit će, dakle, nivo vode prema oznaci br. II, ali s pretpostavkom, da je kulminacija trajala dosta dugo.

Stvarno stanje inundacije Pančevačkog rita

Stvarno stanje inundacje Pančevačkog rita nalikuje na upravo opisani fiktivni slučaj. Razlika je samo u tome, što je Pančevački rit, kad nastupi kulminacija, već potpuno napunjen. Voda, dakle, može već na početku kulminacije u njemu teći kao u kakvu koritu. Koliko vode na potezu a—b (sl. 3) u kakvu koritu. Koliko vode na potezu a—b (sl. 4) uđe, toliko se na potezu c—d vrati. Vidi se:

a) da je na području Pančevačkog rita fiksirana velika voda na gornjem potezu identična s nivoom prema oznaci br. I, a na donjem prema oznaci br. II;

b) da će kod eventualnog sprečavanja inundacije, dakle kod izvedbe nasipa, najveći porast vode biti na potezu a—b (mjesto A), a veličina tog porasta ravnat će se nizvodno prema usporno, a uzvodno prema depresionoj krivulji.

Porast vode bit će, dakle, najveći na mjestu, gdje se Dunavac odvaja od Dunava, a kod Pančeva će teoretski biti nula; uzvodno od Dunavca osjećat će se tako daleko, kako daleko doseže današnja depresija (vidi isprugani pojas na sl. 1).

Utjecaj magaziniranja

Inundacija počinje kod vodostaja od + 350 pančevačkog vodomjera. Voda, koja izlazi iz korita, ispunjava u prvom redu rit. Ako voda u koritu u vremenu *dt* poraste za visinu *dh*, tada će, kraj površine inundacionog područja F = 426 km^2, ona vodna količina, koja služi za ispunjenje rita, za čitavo ovo vrijeme iznositi *F . dh*, a u jedinici vremena $F \cdot \frac{dh}{dt}$.

Ako se iz korita izlije više od te količine, u ritu nastaje strujanje od točke A prema točki B, ili od poteza a—b prema potezu c—d. To je strujanje najjače kod kulminacije, i iznosi, kako je naprijed navedeno, oko 1736 m^3/sek. Magaziniranje je, naprotiv, najslabije kod kulminacije, kada je jednako nuli, te se mijenja prema donjoj tabeli:

Visina na vodomjeru kod Pančeva	Trajanje u danima	Magazinira se m^3/sek	Vraća se u Dunav m^3/sek
+ 350—440	4.4	1009	
+ 440—635	8.—	1226	
+ 635—700	3.—	1027	
+ 700—725	3.—	411	
+ 725—733	2.—	123	
+ 733—725	1.—	—	198

Ispitujemo li utjecaj magaziniranja na vodni val kod Slankamena i Ritopeka, dolazimo do ovog zaključka:

Za vodni je val kod Slankamena nevažno, da li se voda, koja izlazi iz korita na mjestu A, magazinira il struji prema točki B; važna je samo činjenica rasterećenja, koja kod kulminacije iznosi oko 1736 m^3/sek. Ako se rasterećenje spriječi nasipom, za toliko će više vode biti u dunavskom koritu, odnosno cijeli protok od 9000 m^3/sek, koji je utvrđen kod Slankamena, a koji sada prolazi djelomice kroz korito, a djelomice kroz rit, protjecat će poslije izgradnje nasipa samo kroz korito.

Druge su prilike na donjem potezu. Već u vodnom valu, koji je fiksiran kod Ritopeka, dolazi do izražaja strujanje kroz rit. Za protok na tom mjestu svejedno je, da li voda protječe kroz korito ili kroz rit. Važna je samo činjenica, da su ovdje već sadržane obe protoke, pa zbog toga magaziniranu vodu treba samo pridodati mjerenjem utvrđenoj količini velike vode.

Taj je račun analitički proveden na temelju vala velike vode od god. 1924., koji je prikazan u tabeli na vrhu desnog stupca.

Vodostaj na vodomjeru u Pančevu	Protok u koritu m^3/sek	Količina magazinirane vode $\frac{F\,.\,dh}{dt}$ m^3/sek	Ukupno m^3/sek	Odgovara vodostaju
+ 350	7188	—	7188	+ 350
+ 440	8227	1009	9236	+ 496
+ 635	11990	1226	13216	+ 699
+ 700	13424	1027	14451	+ 743
+ 725	13997	411	14408	+ 742
+ 733	14183	123	14306	+ 741

Iz te se tabele vidi, da će nakon izgradnje nasipa voda kod Ritopeka porasti za 10 cm (sadašnji maksimum + 733, budući + 743), a kulminacija će nastupiti 5 dana prije nego što bi nastupila, da nasipi nisu izgrađeni.

Porast vode u Dunavu

Rezultat je dosadašnjih računa, da porast vode kod Ritopeka iznosi 10 cm uz kotu buduće vode od 74,15 m nad J. m., a kod Slankamena 126 cm uz kotu buduće vode od 77,20 m nad J. m. Prema tome, apsolutni će pad na tom cijelom području biti 3,05 m. Podjela tog pada može se utvrditi hidrauličkim računom s pomoću formule:

$$(100/Q)^2\ h = \Sigma\ (100/c)^2\ .\ b\,.\,x/F^3.$$

i to za potez Slankamen—Zemun, ako je Q = 9000 m^3/sek, a za potez Zemun—Ritopek, ako je Q = 14450 m^3/sek.

Kao ishodište računa uzet je vodostaj kod Ritopeka s kotom od 74,15 m nad J. m, a proveden je na temelju poprečnih presjeka, koji su se nalazili u operatu zadruge, pa su dobiveni ovi rezultati:

Oznaka mjesta profila	Buduća velika voda m nad J. m.	Omočena površina F_n m^2	Širina korita b_n m	Srednja omočena površina F m^2	Srednja širina korita b m	Srednja dubina t m	Koeficijent brzine po Hermaneku c	Razmak x	$\varnothing = \frac{(100/c)^2}{b\,.\,x/F^3}$	$h = (Q/100)^2\,.\,\varnothing$
		Potez Ritopek—Zemun: Q = 14450 m^3/sek								
Ritopek	74,15	9600	634							
				9400	717	13,10	56,75	19000	0.0000508	1,05
44.750 nasipa	75,20	9200	800							
				9400	730	13,10	56,75	8000	0.000021	0,44
38.900 nasipa	75,64	9600	660							
h	1,49	Potez Zemun—Slankamen: Q = 9000 m^3/sek								1,49
31.400 nasipa	76,05	7120	620							
				7030	590	11,92	56,16	9000	0.0000484	0,39
21.400 nasipa	76,44	6940	560							
				7570	615	12,30	56,35	10000	0.000044	0,35
13.900 nasipa	76,80	8200	670							
				8173	750	10,90	55,65	18500	0.0000815	0,66
Slankamen	77,45	8146	830							
h	1,40									1,40

Iz te se tabele vidi, da su u svrhu gibanja vodne mase od 14 450 m^3/sek odnosno 9 000 m^3/sek u koritu Dunava potrebni ovi apsolutni padovi:

Na potezu Ritopek — savsko ušće: 1,49+0,11= 1,60 m, što uz razmak od 29 km daje relativni pad od 5,5 cm po kilometru; na potezu savsko ušće—Slankamen 1,40+0,30=1,70 m, što uz razmak od 46 km daje relativni pad od 3,7 cm po kilometru. Porast vode na pojedinim važnijim točkama dunavskoga uzdužnog presjeka razabire se iz donje tabele:

Mjesto	Udaljenost u km	Dosad fiksirana najveća voda m nad J. m.	Izračunata buduća velika voda m nad J. m.	Porast
Slankamen	1217	75.94	77.45	1.52
Početak vodne zadruge	1208	75.30	77.12	1.82
Zemun	1174	74.85	75.85	1.00
Ušće Save	1171	74.81	75.75	0.94
Beograd	1170	74.80	75.71	0.91
Novi most	1166	74.75	75.45	0.70
Ušće Tamiša	1154	74.60	74.85	0,25
Ritopek	1142	74.05	74.15	0.10

Po računu tadašnjeg Hidrografskog odsjeka za niže navedena mjesta iskazani su ovi porasti:

Novi Sad . . .	78,45
Slankamen . . .	76,88
Zemun	76,30
Pančevo	75,80
Ritopek	75,02

Promotrimo li vodostaje, koji su na Dunavu nastupili od izgradnje nasipa do danas, vidimo, da su za ovih 20 godina postojanja obrambenih nasipa na Pančevačkom ritu opasnije poplave nastupile u ovim godinama: 1932., 1937., 1940. i 1942.

Najveća voda bila je u mjesecu travnju god. 1940., kad su se vodostaji podigli do ovih mjera:

Novi Sad	5. IV. 1940. .	706 cm
Slankamen	6. IV. 1940. .	773 cm
Zemun	1. IV. 1940. .	756 cm
Pančevo	6. IV. 1940. .	754 cm

Usporedimo li sada najviše vodostaje s izračunatima, možemo utvrditi razlike, koje su prema pojedinim metodama računanja nastupile između stvarnog stanja i izračunatih uspora (vidi desno gore).

Račun porasta velike vode na Dunavu proveden je s pretpostavkom, da velike vode Dunava i Save nadolaze istodobno, kako je to bilo, na pr., u travnju god. 1895. No nije isključeno, da će se mogućnosti takve opasne interferencije vodnih valova nakon izgradnje nasipa smanjiti, zbog toga će

Naziv mjesta	Maksimalni vodostaji, koji su nastupili u mj. travnju godine 1940. m. n. J.	Vodostaji izračunati po računu S. Belle m. n. J.	Razlika 3—2 m. n. J.	Vodostaji izračunati po računu Hidrografskog odsjeka m. n. J.	Razlika 5—2 m. n. J.
1	2	3	4	5	6
Slankamen	77,33	77,45	+0,12	76,88	—0,55
Zemun	75,32	75,85	+0,53	76,30	+0,98
Pančevo	74,81	74,85	+0,04	75,80	+0,99
Ritopek	74,37	74,15	—0,12	75,10	+0,73

voda bez inundacije brže otjecati; možda to i jest razlog, što god. 1940. nije bila indentična s god. 1895.

Kritični osvrt na račun bivšeg Hidrografskog odsjeka Generalne direkcije voda

Hidrografski odsjek GDV postavio je račun na ovu bazu: protok Dunava kod Slankamena i protok Save više Beograda trebali bi da dadu, ako se Tamiš ne računa, protok Dunava kod Ritopeka. To se, međutim, prema navodima istog odsjeka ne događa. Na primjer, velika je voda u srpnju god. 1926. iznosila

u Dunavskom koritu kod Slankamena	7 700 m^3/sek
u Savi zajedno s Kolubarom . . .	3 583 m^3/sek
u manjim pritocima	136 m^3/sek
Ukupno	11 219 m^3/sek

a mjerenjem je utvrđeno, da kod Ritopeka protječe 12 300 m^3/sek.

Zaključak je Hidrografskog odsjeka, da manjak od 1 081 m^3/sek pritječe iz rita. Na taj način Hidrografski odsjek zaključuje, da ritom protječe, odnosno da iz njega dolazi, maksimum od 1 600 m^3/sek vode, te da se današnji protok u Dunavskom koritu — želimo li na temelju tog protoka računati porast vode zbog izgradnje nasipa — za taj kvantum treba da poveća.

Držim, da taj zaključak nije bio ispravan, zbog toga, što voda iz rita može pridolaziti samo kod opadanja, kad se on ispražnjuje, a osim toga, što je ritski protok i inače, t. j. kod vode u porastu i kod kulminacije, već ipso facto sadržan u protoku kod Slankamena i Ritopeka. Voda, koja kod Slankamena protječe kroz korito, teče nizvodno djelomice kroz korito, a djelomiče kroz inundaciono područje. A ta se ista ritska voda kod Ritopeka opet nalazi u koritu. Stoga je pogrešno utvrđeni maksimalni protok kod Ritopeka i Slankamena povećati pridodavši mu ritski protok, jer to znači jednu te istu vodnu količinu računati dva puta.

To je uzrok, zbog kojega se rezultat Hidrografskog odsjeka tako znatno razlikuje (kod Pančeva 1,20 m prema 0,25 m) od rezultata prof. Belle.

Od Pančeva uzvodno Hidrografski odsjek utvrđuje nivo buduće velike vode na temelju crte korespondentnih vodostaja, koji su fiksirani istodobno, pretpostavljajući, da će zakon, prema kojem se ravna uzdužni profil Dunava kod malih i srednjih vodostaja, dok je voda još u koritu, ostati u krijeposti i kod velike vode, kad se izvedu nasipi. Na taj način Hidrografski je odsjek utvrdio izjednačeni pad (gornja granica) na potezu Pančevo—Zemun sa 4,9 cm/km, a na odsjeku Zemun—Slankamen sa 3,9 cm/km. Kod prof. Belle, kako je naprijed spomenuto, taj pad iznosi 5,5 cm/km odnosno 3,7 cm/km, što kod Slankamena daje apsolutnu razliku od $17 \cdot (5{,}5 - 4{,}9) - 46 \cdot (3{,}9 - 3{,}7) = 1$ cm, dakle, za uzvodni dio rezultati se prilično slažu.

Kod projektiranja tih obrambenih nasipa predpostavljalo se, da će se iskazani porast velike vode s vremenom smanjiti. Povećanjem vodnog stupa h i pada I linearno će — prema zakonu $P = 1000\ h\ I$ kg/m^2, — narasti pokretna snaga vode, koja će s vremenom produbiti korito, a to bi imalo dovesti do smanjenja nivoa velike vode. U kojoj će mjeri i za koje će vrijeme to nastupiti, ovisi o koherenciji dna dunavskog korita, a to se unaprijed ne može fiksirati; bilo bi zanimljivo, da se to pitanje sada prouči.

Konstrukciji nasipa, koja je, s obzirom na hidrostatski i hidrodinamički učinak vode, u skladu sa svim mjerama opreza, bila određena s dimenzijama, koje se vide iz sl. 2, od početka njezina postojanja nije bilo prigovora.

—

Ovaj članak neka nas podsjeti na rad i djelovanje ing. Stjepana B e l l e, dugogodišnjeg direktora Vodne zadruge za regulaciju Karašice i Vučice u Donjem Miholjcu i profesora Tehničkog fakulteta u Zagrebu, koji je umro u prosincu prošle godine.



Vijest o njegovoj smrti potresla je mnoge, koji su ga poznavali, a naročito one, kojima je on bio direktor i profesor.

Kao profesor Tehničkog fakulteta odgojio je nekoliko generacija kvalitetnih inženjera, ucijepivši im ljubav za hidrotehničku struku. Resile su ga vrlo lijepe odlike duha i srca, zbog kojih je u redovima svojih suradnika uživao iskrene simpatije, poštovanje i ugled. U ličnom dodiru bio je srdačan, neposredan, prirodan, društven i duhovit. Njegovo je znanje bilo veliko, solidno i svestrano, pa je u našoj struci zauzimao mjesto jedne od najsnažnijih intelektualnih ličnosti.

Stjepan Bella rodio se 2. V. 1880. u Liptovskom Sv. Petru u Slovačkoj. Tehničku visoku školu svršio je god. 1902. u Budimpešti. Kao mlad inženjer bio je zaposlen najprije na regulacionim radovima donjeg Dunava od Oršave do Moldave, zatim na rekonstrukciji glasovite Szechenyeve ceste u dunavskom klancu i na kulturno-tehničkim radovima u Slovačkoj i Češkoj. Od god. 1907. do 1940. zauzimao je položaj direktora Vodne zadruge za regulaciju Karašice i Vučice u Donjem Miholjcu, gdje je stekao velike zasluge za uređenje slavonskih nizina.

Efekt njegovih melioracionih radova odrazio se na ovaj način:

1) omogućeno je da se prostrane nizine, koje su prije bile prekrivene šumom, pretvore u kulturna gospodarska područja, te se od ekstenzivnoga načina obradbe postepeno prešlo na intenzivni, s pojačanom poljoprivrednom produkcijom;

2) pučanstvo se počelo bolje hraniti; prije regulacije kukuruz je predstavljao glavni prehrambeni artikl. a sada kao ljudska hrana dolazi u obzir samo u iznimnim slučajevima;

3) odgaja se bolja stoka, jer pašnjaci i livade nisu poplavljeni tako često kao prije;

4) popravilo se narodno zdravlje; malarična oboljenja pala su, na pr., za 80%;

5) popravilo se stanje komunikacija ne samo zbog izgradnje otprilike 900 mostova i mostića, već i stoga, što je omogućena bolja odvodnja s komunikacionih tijela, a spriječeno je i njihovo periodičko preplavljivanje.

Zbog svoga uspješnog rada prof. Bella je god. 1921. postavljen za profesora vodograđevina na novoosnovanoj Tehničkoj visokoj školi u Zagrebu. God. 1935. izdao je knjigu »Melioracija tla«, koja tu disciplinu obrađuje za studente kao i za šire slojeve čitača. Osim toga, dao je i brojne vrijedne priloge za razne tehničke časopise i iznosio svoje stručne ocjene. Kod svakoga većeg hidrotehničkog problema tražilo se njegovo mišljenje, koje je često bilo presudno. Kao profesor Tehničkog fakulteta djelovao je u Zagrebu do god. 1941., kad je bio pozvan u svoj rodni kraj, da zauzme mjesto na Tehničkoj visokoj školi u Bratislavi.

U ovoj zemlji, koja mu je bila druga domovina, prof. ing. Stjepan Bella radio je nesebično i požrtvovno, a rezultati njegova rada osjećaju se i danas. Za sve što je učinio treba da mu sačuvamo trajnu uspomenu.

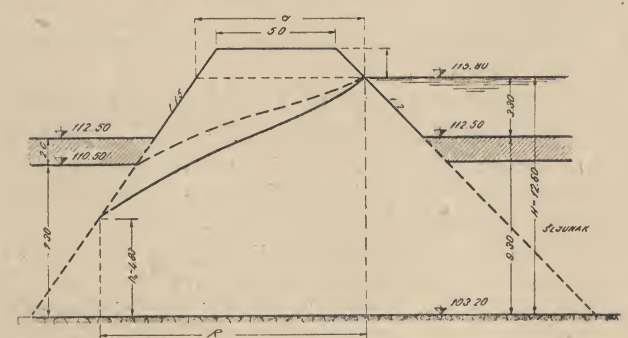
OBRAMBENI NASIPI I OBALNI POJAS UZ RIJEKU SAVU KOD ZAGREBA

Ing. Elimir Svetličić, Zagreb

(Svršetak)

U većini slučajeva pri uređenju sipišta za fundiranje nasipa, nakon skidanja humoznog pokrova i slabo propusnoga površinskog sloja, dobiva se veza s donjim šljunčanim slojem. Takvom vezom s donjim šljunčanim slojem dobiva se teoretski nasip veće visine i iste propusnosti. Računska visina nasipa tada seže do nepropusnog sloja ispod površine tla. Analognim računom, kao u prednjem slučaju, za budući nasip u km 689 + 700 kod izvedbe na propusnoj podlozi uz k = 2 cm/sec dobiva se:

a = 9,20 m,
R = 20,85 m,
Q = 65 lit/sec/m'
h_0 = 4,85 m,
Y_0 = 7,30 m.



Sl. 10. — Poprečni profil obrambenog nasipa na propusnoj podlozi

To bi vrijedilo, kad prolaz vodi ne bi bio zapriječen i dok bi podzemni šljunčani rezervoar mogao primati računom dobivenu količinu vode. Konkretno, na Savi, samo kod izvanredno naglog nadolaska velike vode bio bi moguć slučaj, koji daje gornji račun; inače je to nemoguće postići, jer je utvrđeno, da se nivo vode u bunaru 7 pri dugotrajnim visokim vodostajima Save penje na kotu 112 m n. m., a u bunaru 8 na 114,20 m n. m., zbog čega dolazi do podizanja procjedne linije i smanjenog prodiranja vode kroz nasip prema gornjoj propoziciji. No to smanjenje procjeda nije toliko, da ne bi došlo do još uvijek jakog procjeđivanja, kojim se zabaruje obližnji teren.

Ocjenimo li pad tlačne linije podzemne vode prema sondi 8 sa I = 0,0035, dobivamo kod dubine protjecanja kroz šljunčane slojeve debljine 8,30 m :

$$Q = F \cdot k \cdot I = 8{,}30 \times 100^2 \times 2 \times 0{,}0035 = 580 \text{ cm}^3/\text{sec/m} = 0{,}58 \text{ l/sec/m}.$$

Znači, da se nasipi ne smiju praviti isključivo od šljunka, jer jaka propusnost takvih nasipa, pri istoj takvoj propusnosti podzemnih, površinski nezaštićenih šljunčanih slojeva, dovodi kod visokog nivoa podzemne vode i do pojačanog zamočvarivanja, ne samo procjeđivanjem kroz nasip, već i podviranjem kroz podzemne šljunčane slojeve.

Kroz tako izvedeni nasip proteklo bi neusporedivo više lit/sec no što podzemni rezervoar može primiti, i to bi dovelo do podizanja procjedne linije u nasipu, tako da bi h_0 doseglo kotu terena, a Y_0 bi izlazio u pokosu nasipa, ma kako nasip bio širok, jer bi se voda pod tlakom dizala u gornje slojeve nasipa.

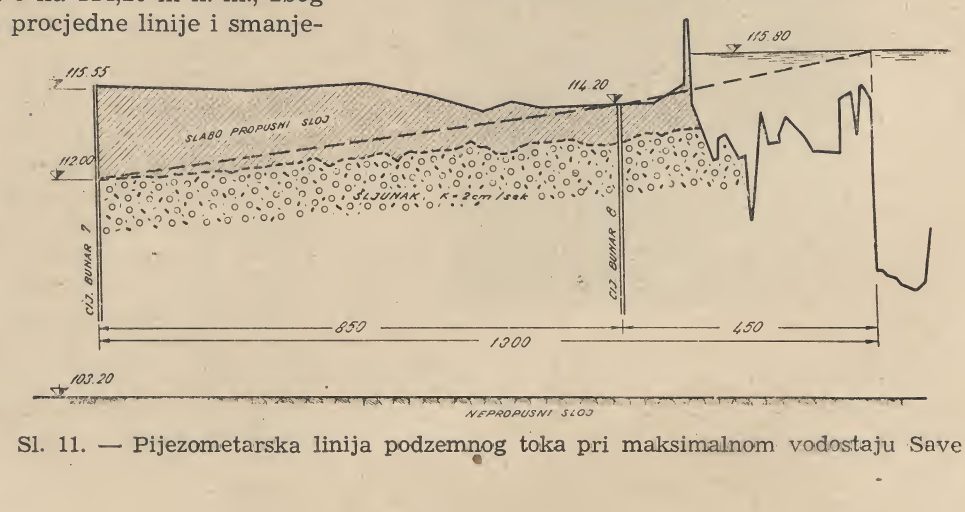
Iz navedenih razloga treba nasipe dimenzionirati tako, da se kroz njih procjeđuje samo minimalna količina, koju treba odijeliti i promatrati odijeljeno od vode, koja prodire pod tlakom ispod nepropusnoga ili slabo propusnog pokrova.

Ne skida li se slabo propustan pokrov i nasip izvodi na nepropusnoj podlozi, propustan će sloj djelovati u terenu sa smanjenom propusnom količinom vode zbog tečenja u isključivo stiješnjenom sloju šljunka. Nakon ispunjenja podzemnog basena vodom dotok će biti sve manji, odnosno, voda će stajati pod tlakom.

Procjedne količine u tlu treba računati s obzirom na zapaženi pijezometarski nivo u bunaru 7 i 8.

Kod pijezometarskog nivoa u bunaru 8, koji se dobiva pri maksimalnom vodostaju Save (+455), prodirala bi u tlo ova procjedna količina:

$$Q = k \cdot F : h / l = 0{,}02 \times 8{,}8 \times 1{,}6 : 450 = 0{,}000625 \text{ m}^3/\text{sec/m} = 0{,}625 \text{ l/sec/m}.$$



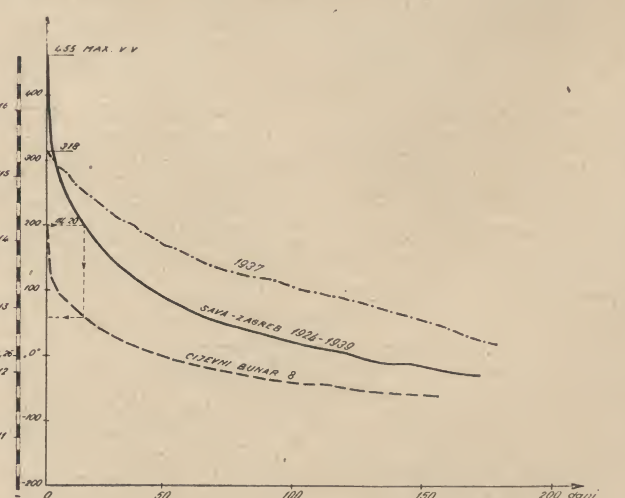
Sl. 11. — Pijezometarska linija podzemnog toka pri maksimalnom vodostaju Save

Uzevši pak mjerodavni pijezometarski nivo u sondi 7 pri maksimalnom vodostaju Save (+455), dobiva se:

$$Q = k . F . h / l = 0{,}02 \times 8{,}8 \times 3{,}80 : 1300 = 0{,}000515\ m^3/sec/m = 0{,}515\ l/sec/m.$$

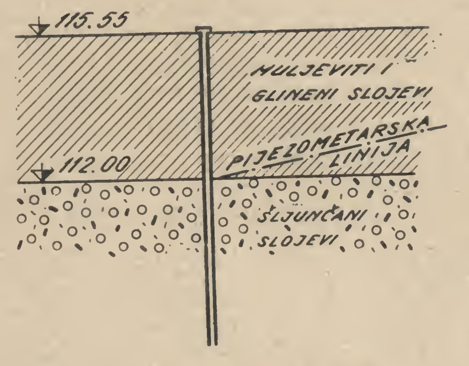
Prema tome, za dva razna podatka dobili smo gotovo iste procjedne količine, što ukazuje, da je korespondentni odnos pijezometarskih nivoa u bunaru 7 i 8 i savskih vodostaja dobro postavljen. Dobivena razlika u procjednim kloičinama može se tolerirati s obzirom na praktično tretiranje problema.

Iz datih se izlaganja vidi, da se postojeći slabije propustan pokrovac tla uz Savu principijelno ne smije oštećivati otkopom, već zaštititi, kako bi se proizvelo tečenje pod tlakom i time, zbog stješnjenja, proizvelo smanjeno procjeđivanje kroz jaki šljunčani sloj. Nema sumnje, da će poradi tlaka doći do prodiranja vode u slabo propustan gornji površinski sloj, ali će ono biti zbog slabe propusnosti trajati bar toliko, koliko je najdulje trajanje kritičnih vodostaja Save.

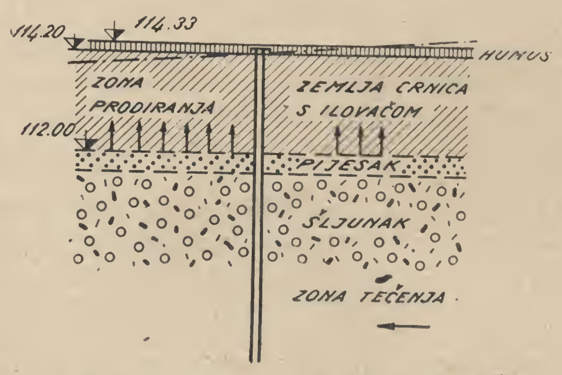


Sl. 12. — Grafikon trajnosti vodostaja Save i pijezometra podzemne vode u bunaru 8

Prema registriranim vodostajima i geološkom profilu, a s obzirom na tlačnu liniju, koja se stvara pri maksimalnom nivou Save, zapaža se u bunaru 7 ili prijelaz sa struja pód pritiskom na struje sa slobodnom površinom, ili pad pijezometarskog tlaka u nulu, t. j. u kotu nivoa vode u podzemnom basenu.

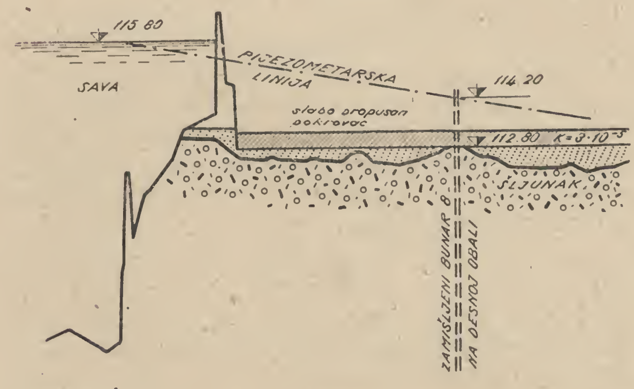


Sl. 14. — Geološki profil bunara 7



Sl. 13. — Geološki profil bunara 8

Iz grafikona trajnosti savskih vodostaja vidi se, da najviši vodostaji iznad kote 114,26 m n. m. (vodostaj Save +200) u petnaestgodišnjem prosjeku traju do 15 dana. Maksimalno trajanje visokih vodostaja do 34 dana iznad kote 114,26 m n. m. zapaženo je god. 1937., ali je tada kulminacioni vodostaj Save bio samo +318.



Sl. 15. — Poprečni profil nizinskog područja na desnoj obali Save (Kajzerica) s pijezometarskom linijom podzemnog toka

Prema profilu korita Save i obalnog terena u km 689 + 635, gdje se na desnoj obali, u području zvanom Kajzerica, pojavljuju najniže terenske depresije (kota 112,80 m n. m.), postići će se sigurnost i od najmanjeg podvira savske velike vode, ako se spriječi oštećivanje površinskog pokrova, odnosno, ako se na mjestima pojave površinskog šljunka stavi pokrovac od slabo propusna materijala.

Apliciraju li se pojave pijezometarskih nivoa u sondi 8 na nizinsko desno obalno područje (kota terena 112,80 m n. m.), to se s obzirom na trajnost velikih voda Save, a u komparaciji s vremenom procjednog proboja kroz površinski slabo propustan sloj, dolazi do daljnjih važnih konstatacija:

Kod vodostaja Save +200, kota desnoobalnog terena 112,80 m n. m. poklapa se s kotom pijezometarskog nnivoa bunara 8. Za nivo vode u Savi +455 pijezometarski nivo u položaju bunara 8 bio bi 114,20 m n. m. Kao najnepovoljniji slučaj uzet će se, da postoji na desnoj obali pojava površinskog šljunka, t. j. nepropustan se pokrovac na nekim mjestima gubi, pa ga treba staviti.

Tlačna visina iznosi 114,20 — 112,80 = 1,40 m. Pri debljini slabo propusnog pokrovca od 50 cm dobiva se:

$$J = 1{,}40 : 0{,}50 = 2{,}80.$$

Kod propusnosti pokrovca $k = 3{,}10^{-5}$, $v = k \cdot J = 0{,}00003 \times 2{,}80 = 0{,}000084$ cm/sec.

Potrebno vrijeme, da se procjedna voda pojavi na površini slabo propusnog sloja pri najvećem tlaku:

$$t = 50 : 0{,}000084 = 595238 \text{ sec} = 6{,}8 \text{ dana}.$$

Ako se računa s trajanjem maksimalnog vodostaja Save (+455) u Zagrebu svega 1 dan, to nam i manja debljina pokrovca daje dovoljnu sigurnost od podvira. Kod debljine pokrovca 30 cm uz $k = 3 \times 10^{-5}$ dobiva se $t = 2{,}5$ dana.

Kako kod nižih vodostaja s duljim trajanjem dolazi do pada pijezometarskog nivoa podzemne vode, to se mjerodavna tlačna visina za račun procjednog proboja toliko smanjuje, da se trajanje procjeda nerazmjerno povećava.

Na pr., kod vodostaja Save +300, trajanje tog vodostaja i od njega viših, iznosi 2,5 dana, dok vrijeme procjeda kod debljine slabo propusnog sloja od 50 cm iznosi 17,5 dana, a kod debljine 30 cm ono je 6,3 dana.

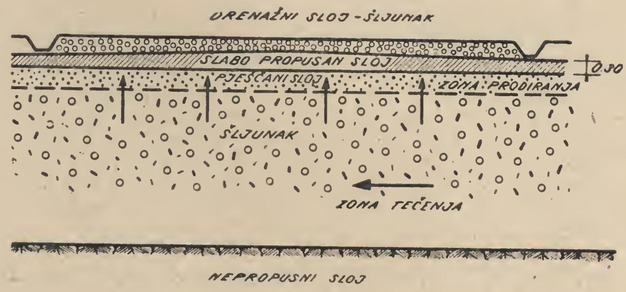
Ako se uzme, da je račun tako proveden, da su za procjednu vodu uzeti nivoi pijezometara, koje daju dugotrajne velike vode Save (1940. god.), onda se može prema prednjem razmatranju slabo propusni sloj od 30 cm ($k = 3 \times 10^{-5}$) bez daljnjega držati dovoljno debelim za sprečavanje bilo kakvog procjeda savskih voda na niska priobalna područja uz Savu kod Zagreba.

Jasno je, da na površinama, koje imaju minimum 30 cm površinskoga slabo propusnog sloja, ne treba vršiti dodatno osiguranje od procjeda, već odmah pristupiti potrebnom planiranju drenažnoga šljunčanog sloja za površinsku odvodnju.

Uvjet za takvo osiguranje od podvirnih voda Save ima smisla postavljati samo onda, ako su obrambeni nasipi izvedeni sa sigurnošću od prodora i podvira u sam nasip, te s procjedom, koji zbog minimalnih količina praktički nikako ne utječe na zabarivanje priobalnog terena.

Što se tiče izvedbe građevina na tako zaštićenim terenima, treba napomenuti, da se kod fundiranja moraju provesti solidne izolacije temelja, dok je nosivost tla, zbog jakih šljunčanih slojeva, vrlo povoljna.

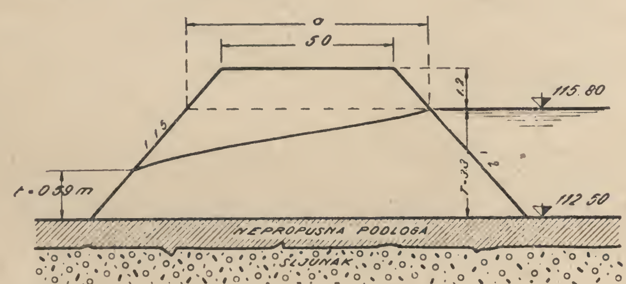
Dreniranje površinske vode može se izvesti povrh slabopropusnog sloja tek nakon što je garantirano utvrđena ili postignuta sigurnost platoa od podvira.



Sl. 16. — Način osiguranja niskih područja od prodiranja podvirne vode

Konstrukcija budućih nasipa uz Savu kod Zagreba

Kod projektiranja nasipa uz bilo koju rijeku treba u prvom redu nastojati, da se oni izvedu s materijalom, koji se nalazi u samoj rijeci (bagerovanje) ili pokraj rijeke. Prema ranijim konstatacijama o vrsti materijala, koji se nalazi u tlu uz Savu, nema sumnje, da se nasipi trebaju izvesti sa šljunkom, kao glavnim materijalom, dok se slabo propusni materijali, kao rjeđi, mogu upotrebiti kod izvedbe nasipa u dodatne svrhe. Kad bi se nasip izveo samo od šljunka, na nepropusnoj podlozi, onda bi za profil nasipa u km 689 + 700 dobili uz k = 2 cm/sec (šljunak sa 20% pijeska), pri maksimalnom vodostaju Save, procjednu količinu q = 16 lit/sec.



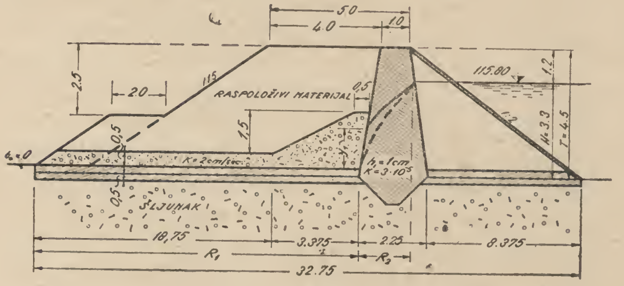
Sl. 17. — Poprečni profil nasipa od šljunka u trasi predviđenoga lijevoobalnog osiguranja područja uz Savu

Izvede li se takav nasip s najboljom granulacijom šljunka i pijeska (k = 0,732 cm/sec), dobila bi se još uvijek velika procjedna količina:

$q = 16/2 \times 0{,}732 = 5{,}9$ lit/sec po metru dužine nasipa.

Na dužini od 1 km procjedna bi količina iznosila 5900 lit/sec. Pri tome se mora misliti, da takvi nasipi s vremenom postaju ipak nepropusni, zbog pokrivanja i uvlačenja u nasip muljevitih čestica, koje nosi voda. Kod izvedbe novih nasipa ne smije se međutim računati s tom okolnošću, već ih treba odmah izvesti s punim stupnjem sigurnosti.

Da se to postigne, predviđena je izvedba nasipa s horizontalnom i vertikalnom jezgrom od slabo propusnoga muljevitog materijala ($k = 3 \times 10^{-5}$), na koji se nailazi u gornjim slojevima obalnog pojasa Save. Horizontalni sloj jezgre (površinski pokrovac) otpada, ako se nasip izvodi na dovoljno jakom nepropusnom sloju.



Sl. 18. — Poprečni profil budućeg nasipa uz Savu

Kod nasipa izvedenog prema gornjim propozicijama procjeđivala bi se jednaka količina vode kroz svaki sloj. Budući da je potreban manji pretlak, da se procijedi jednaka količina vode kroz propustljiviji nego kroz manje propustan sloj, prema oznakama na slici 18 slijedi:

(1)

$$q = k_1 . b . (h_1^2 - h_0^2) / 2 R_1 = k_2 . b . (H^2 - h_1^2) / 2 R_2$$

(2)

Kod $h_0 = 0$ imamo:

$$q_{max} = k_1 . b . h_1^2 / 2 R_1$$

(3)

$$h_1^2 = 2 R_1 Q_{max} : k_1 b$$

(4)

$$q_{max} = k . b (H^2 - 2 R_1 q_{max} : k_1 b) / 2 R_2$$

(5)

$$2 R_2 q_{max} = k_2 b H^2 - 2 R_1 q_{max} . k_2/k_1$$

(6)

$$q_{max} = k_2 . b . H^2 : 2 (R + R_1 . k_2/k_1)$$

Uvrstimo li odgovarajuće vrijednosti, dobivamo:

$$q_{max} = 0{,}000001042 \text{ m}^3/\text{sec/m'}$$

$$q_{max} = 0{,}0001042 \text{ lit/sec/m};$$

$$h_1 = \sqrt{2 R_1 q_{max} / k_1 b},$$

$$h_1 = 0{,}0104 \text{ m} = 1{,}04 \text{ cm};$$

$$y_0 = (h_1^2 + h_0^2) / 2 h_1 = h_1/2 = 1{,}04/2 = 0{,}52 \text{ cm}$$

$$y_1 = (H^2 + h_1^2) / 2 H = (3{,}30^2 + 0{,}104^2) / 2 . 3{,}30 = 1{,}65 \text{ m}$$

Pojedine točke procjedne linije u sloju šljunka ($k = 2$ cm/sec) računamo po formuli:

$$y = \sqrt{y_0^2 + (h_1 - y_0^2) x/R_1},$$

a u sloju sa $k = 3 \times 10^{-5}$ po jednadžbi

$$y = \sqrt{h_1^2 + (H^2 - h_1^2) x/R_2}.$$

Točke y procjedne linije svode se u konkretnom slučaju na nulu.

S obzirom na procjedne količine, koje su praktički svedene na nulu, kao i na relativno kratko trajanje visokih vodostaja Save, mogli bismo nasip izvesti s dimenzijama, koje su nužne samo iz statičkih razloga. No nasipu ipak treba izuzetno dati i jače dimenzije, i to samo onda ako on ima u izvjesnoj mjeri da služi kao saobraćajnica.

Prednosti opisanog sistema nasipa su u činjenici: 1) da se može izvesti od materijala, koji se nalazi u rijeci i pokraj rijeke, čime se izbjegavaju eventualni daleki transporti materijala, 2) da se procjedne količine praktički svode na nulu, čime se postizava sigurnost od proboja i prodora nasipa te totalna sigurnost terena od zabarivanja.

IDENTIFIKACIJA I KLASIFIKACIJA TLA PO PROF. CASAGRANDE-U

Ing. **Antun Strmac**, Zagreb

I. Uvod

Ne samo kod nas, nego i u cijelom svijetu vladalo je, a negdje još vlada, prilično kaotično stanje s obzirom na klasifikaciju zemljanih materijala. Neupotreba sistema s jedne strane i upotreba različitih sistema klasifikacije s druge strane dovela je do tog stanja. K tome treba još dodati, da je upotreba nekih klasifikacionih sistema napretkom geomehanike i objašnjavanjem raznih, u vrijeme postanka tih klasifikacija nepoznatih pojmova, postala ne samo zastarjela, nego u mnogome može interpretatora navesti na pogrešan put kod donošenja zaključaka o svojstvima pojedinih tala.

Prof. A. Casagrande objavio je god. 1948 svoju klasifikaciju nazvanu Airfield Classification (A. C.), koju je on 1942, nakon opsežnog studija i rada, izradio za potrebe američke vojske, u nastojanju da bi uveo više reda u to zamršeno područje, a ujedno da se u klasifikaciju uključe sve najnovije spoznaje nauke. Po komentarima, kojima je ta publikacija popraćena od najuvaženijih stručnjaka s toga područja, može se reći, da je ona u svakom pogledu uspjela.

Danas je tu klasifikaciju, s malim preinakama, usvojio United States Bureau of Reclamation i U. S. Corps of Engineers u USA i Road Research Laboratory u Engleskoj. U Francuskoj kao i drugdje ta klasifikacija dobiva također sve širi publicitet.

Činjenica, da na trećem internacionalnom kongresu za mehaniku tla i fundiranje, održanom 1953 god. u Zürichu, nije sa tog područja obavljeno ništa bitno, ukazuje na to, da je prof. Casagrande temeljito i uspješno riješio to pitanje.

Zbog sveg gore navedenog držimo potrebnim, da naše građevinske stručnjake upoznamo sa spo-

menutom klasifikacijom i metodom identifikacije. Također preporučamo, da se ta klasifikacija usvoji kao službena i propiše njena upotreba. Time bi bio riješen znatan problem i popunila velika praznina koju, vjerujemo, osjećaju svi oni koji dolaze sa tom problematikom u vezu.

II. O identifikaciji i klasifikaciji

Identifikacija je proces određivanja stanovitih karakteristika tla.

Klasifikacija je proces uspoređivanja karakteristika tla, kao što je granulometrijski sastav, plasticitet i t. d., s karakteristikama grupe nekog sistema klasifikacije.

Klasifikacija ili stavljanje tla u neku određenu grupu tla rezultat je identifikacije.

Identifikacija i klasifikacija tla važni su dijelovi ispitivanja tla za fundiranje i zemljane građevine.

Grupa, u koju je tlo stavljeno, odgovara stanovitim općim osobinama, kao što je stupanj stabiliteta ili vodopropusnosti, na osnovu čega se može ocijeniti upotreba tla za specifične inženjerske radove. Kod primjena osobina tla temeljenih na samoj klasifikaciji treba uvijek imati na umu, da klasifikacija ne može nikada u potpunosti zamijeniti detaljna laboratorijska ispitivanja. Pravilno klasificiranje tla na terenu, međutim, omogućuje formiranje jednakih ili sličnih grupa materijala, čiji se reprezentativni uzorci podvrgavaju detaljnom laboratorijskom ispitivanju. Često se važne prethodne odluke mogu bazirati na samoj klasifikaciji tla. Priroda nekog prostranog nalazišta tla može se predočiti crtežima profila, koji sadrži klasifikaciju tla u bušotinama. Takvi profili su vrlo korisni, jer daju vrlo dobar i jasan pregled.

Tla se u prirodi nalaze kao mješavine s varijabilnim odnosima, sa najmanje dvije ili više od tih pet osnovnih vrsta. Identifikacija i klasifikacija prirodnih tala ovisi o spoznaji uticaja osnovne komponente tla na mješavinu.

III. Opisani sistemi klasifikacije

Kako je u uvodu spomenuto, bit će u tekstu opisane dvije modifikacije klasifikacije prof. A. Casagrande-a:

Klasifikacija United States Bureau of Reclamation (AC-USBR),

Klasifikacija Road Research Laboratory — England (AC-RRL).

Ove su klasifikacije identične sa prvobitnom A. C. klasifikacijom, osim u nekim grupama materijala. Promjene su nastale uslijed specifičnosti namjene klasifikacije (USBR) odnosno različitosti materijala, koji se klasificira (RRL).

U tabele uneseni su podaci za obje klasifikacije zato, što su obje organizacije izradile i dale mnogo vrijednih podataka o svojstvima i primjeni pojedinih grupa za svoje specifične djelatnosti t. j. izgradnju nasutih brana odnosno aerodroma i cesta.

Navedena klasifikacija je pregledna i jasna, a pored toga ima također jednostavan i brz način terenske identifikacije uzorka, što je sve čini vrlo upotrebljivom, naročito kada se radi o većim kompleksima zemljišta, koja treba pregledati i nakon toga klasificirati. Brzina i lakoća, kojom se to može provesti upotrebom niže opisanih identifikacionih pokusa, uštеđuje velike troškove, koji su potrebni ukoliko se isto radi na osnovu skupih i dugotrajnih laboratorijskih pokusa. Opisani sistem, međutim, omogućava također klasificiranje uzoraka na osnovu laboratorijskih rezultata.

Prije nego budu detaljno opisani identifikacioni pokusi, potrebno je dati pregled osnovnih vrsta materijala, glavnu podjelu klasifikacije, i opisati grupe, koje čine osnovne vrste tla u raznim kombinacijama.

IV. Vrste tla i grupe klasifikacionih sistema

A. Osnovne vrste tla

Tlo se u prirodi vrlo rijetko pojavljuje kao jedna od osnovnih vrsta; redovito se pojavljuje u raznim međusobnim kombinacijama i omjerima, tvoreći tako razna tla sa specifičnim osobinama. Teoretski i praktički postoji bezbroj vrsti tla, no ona se sva, na osnovu stanovitih karakteristika i međusobne sličnosti, mogu svrstati u ograničen broj grupa, koje čine osnov klasifikacije.

Za identifikaciju i klasifikaciju mogu se tla podijeliti u pet osnovnih vrsta i to:

1. Šljunak — sastoji se od mineralnih zrna (fragmenata stijena), koja su sadržana na situ br. 4 (4,76 mm).

2. Pijesak — sastoji se od mineralnih zrna (fragmenata stijena) razne veličine, a koja prolaze sitom br. 4 (4,76 mm), a ostaju na situ br. 200 (0,74 mm). Zrno 0,074 mm približno je najmanje, koje se može još raspoznati prostim okom.

3. Prah — sastoji se od čestica, koje prolaze sitom broj 200 (0,074 mm), a nemaju nikakvu ili samo malu plastičnost i koheziju.

4. Glina — sastoji se od čestica, koje prolaze sitom br. 200 (0,074 mm) i sa stanovitom sadržinom vode postaju plastične i kohezivne.

5. Organska tvar — sastoji se većinom od raspadnute biljne tvari, može biti vlaknasta kao u tresetu i drugim močvarnim tlima ili fino raspodijeljena kao u organskoj prašini i glini.

Te osnovne vrste tla, međusobno izmiješane u raznim omjerima, tvore prirodna tla, koja su svrstana u pojedine grupe na osnovu zajedničkih karakteristika.

Tabele 1 i 2 prikazuju grupnu podjelu klasifikacionih sistema AC-USBR odnosno AC-RRL.

B. Simboli

Prije nego prijeđemo na opis glavne grupne podjele klasifikacije kao i opis pojedinih grupa, treba, zbog boljeg razumijevanja, rastumačiti simbole, koji se upotrebljavaju za označavanje pojedinih grupa tla. Jedni simboli znače odnosno imenuju glavnu vrstu materijala, koja prevladava u dotičnom tlu, te mu prema tome daje glavne odlike, dok drugi označuju neko svojstvo odn. karakteristiku tla (granulacija, stišljivost odn. plasticitet tla).

Niže su navedeni simboli, koji se u kombinaciji upotrebljavaju kao oznake za pojedine grupe:

1. Simboli za osnovne vrste tla

Krupno zrnata tla	Šljunak — Gravel	G
	Pijesak — Sand	S
Sitno zrnata tla	Prah — Silt-Mo	M
	Glina — Clay	C
	Organski prah i glina — Organic	O
Vlaknasta tla	Treset — Peat	Pt

2. Simboli za granulaciju tla

Krupno zrnata tla	— Dobro ganulirano, s malo ili bez finih čestica — Well Graded	W
	— Dobro granulirano, s pogodnim glinenim vezačem — Clay	C
	— Jednolično granulirano, s malo ili bez finih čestica — Uniform	U
	— Slabo granulirano, s malo ili bez finih čestica — Poorly graded	P
	— Slabo granulirano, sa znatno finih čestica ili dobro granulirano sa prekomjerno finih čestica — Fines	F

Zbog jednobraznog tumačenja pojmova dane su niže definicije raznih vrsta granulacija tla:

Dobro granulirano	— Raspodjela čestica se jednolično proteže preko širokog granulometrijskog područja bez nedostatka ili prekomjernosti bilo koje frakcije.
Slabo granulirano	— Raspodjela čestica sa prekomjerno nekih frakcija, a nedostatkom ostalih.
Jednolično granulirano	— Raspodjela čestica se proteže po vrlo ograničenom granulometrijskom području, t. j. slabo granulirano, ali s prekomjerno čestica uskog granulometrijskog područja, a s nedostatkom svih ostalih.

3. Simboli za stišljivost odn. plasticitet tla

Sitno zrnata tla	— Mala stišljivost — mali plasticitet (granica tečnosti $< 35\%$) — Low	L
	— Srednja stišljivost — Srednji plasticitet (granica tečnosti 35—50%) — Intermediate	I
	— Velika stišljivost — Veliki plasticitet (granica tečnosti $> 50\%$) — High	H

Ti se simboli kombiniraju, kako bi predstavljali razne grupe kao, GW za šljunak dobro granuliran, CI za glinu srednje stišljivosti, OH za organsku glinu velike stišljivosti.

Kod pravljenja terenskih bilježaka i kod izrade crteža sondažnih profila spretno je služiti se simbolima.

Potrebno je, međutim, imati na umu, da su simboli oznaka za grupu tla, a da u njima nisu sadržane sve karakteristike tla, koje se opisuju. Upotreba simbola je stoga ograničena na terenske, grube bilješke ili izradu generalnih preglednih nacrta. Treba još imati na umu, da svi oni, kojima nacrti dolaze u ruke, ne poznaju simbole, dok je opis materijala svakom jasan.

Kod crtanja sondažnih profila upotrebljavaju se grafički simboli, koji su prikazani u tabeli 1, rubrika 8 i tabeli 2, rubrika 11.

C. Opis grupa

Prije opisa pojedinih grupa tla treba istaći glavnu raspodjelu klasifikacije. Tla se dijele na:

krupnozrnata tla — tabela 1,
sitnozrnata tla — tabela 2,
organska tla — tabela 2.

Svaka od tih grupa podijeljena je dalje na određeni broj podgrupa. U broju podgrupa postoji stanovita razlika između klasifikacija AC-USBR i AC-RRL. Razlika je u tekstu opisana i u tabelama označena.

1. Krupnozrnata tla

Krupnozrnata tla su ona kod kojih je više nego polovina čestica vidljiva prostim okom. Kod primjene tog kriterija ne uzimaju se u obzir čestice veće od ~ 13 cm (5').

Krupnozrnata tla imadu veliku posmičnu čvrstoću, srednju do veliku vodopropusnost i malu stišljivost.

Gornja i dolnja granica pijeska i šljunka uzete su na osnovu praktičnih kriterija. Zrna iznad 13

mm ne mogu se dopustiti u materijalu za jezgru, a ispod 0 074 mm ne raspoznaju se prostim okom. Donja granica šljunka odabrana je sa 4,7 mm.

Materijal se klasificira kao šljunak, ako više od jedne polovine krupnih čestica ostaje na situ 4,76 mm, a kao pijesak, ako više od polovine krupnih čestica prolazi kroz sito 4,76 mm, uz pretpostavku, da šljunak i pijesak čine više od ½ ukupnog uzorka.

Grupe pijesak i šljunak podijeljene su na »čisti« šljunak ili pijesak, koji sadrži malo ili ništa finih čestica, i šljunak ili pijesak, koji sadrži znatnu količinu finih čestica. Ti potonji se mogu označiti kao »prljav« šljunak ili pijesak.

Grupe čistog šljunka i pijeska dijele se na dobro i slabo granulirani šljunak odnosno pijesak. Za materijal se kaže da je dobro granuliran, ako su u njemu zastupane sve količine čestica. Slabo granuliran materijal se sastoji pretežno od čestica jedne ili dviju veličina, uz relativno male količine ostalih frakcija.

Na taj način dobivaju se ove grupe krupnozrnatih tla:

a) Šljunak ili pijesak dobro granuliran (CW — SW).

Dobro granulirano tlo ima takvu raspodjelu čestica, da finije čestice ispunjavaju šupljine između krupnijih čestica, pa tlo imade malo pora i vrlo je gusto. U dobro granuliranom šljunku ili pijesku može biti jedan mali dio finih čestica, ali ih ne smije biti toliko, da bi znatno smanjile stabilitet grubih čestica ili ozbiljno utjecale na vodopropusnost. Ako sadrži više od cca 3% čestica manjih od 0,02 mm, tlo je opasno za mraz.

b) Šljunak s pjeskovito-glinovitim vezačem ili pijesak sa glinovitim vezačem (GC — SC).

Ta tla su dobro granulirana i sadrže dovoljno gline ili nekog drugog prirodnog veznog sredstva. Stezanje i bubrenje nabijenog tla mora biti minimalno. Suha čvrstoća nastaje od male količine vrlo koloidalne gline ili od kalcijskog karbonata ili željeznog oksida. Simbol C znači dakle, ovdje, i glinu (clay) i cementaciju.

c) Šljunak ili pijesak, slabo granuliran (GP — SP).

Ta tla se sastoje od čistog do relativno čistog šljunka ili pijeska jednolične veličine ili od mješavine većih čestica i finog pijeska, ali bez međufrakcija. Mogu sadržavati mali dio čestica, koje prolaze kroz sito broj 200 (0,074 mm), ali njih ne smije biti toliko, da smanjuju stabilitet većih čestica i njihovu vodopropusnost.

d) Šljunak i pijesak s prekomjerno praha ili gline (GF — Silty, GF — Clayey, SF — Silty, SF — Clayey).

Općenito sadrže ove grupe mješavinu tla, koja ne pušta da ih svrstamo u bilo koju naprijed navedenu grupu. Ona se sastoje od tla s prekomjerno praha, gline ili obojeg ($<$ 0,074 mm), tako da je stabilitet grubih čestica i njihova vodopropusnost znatno smanjena. Ta prekomjernost finih čestica daje tim tlima vrlo prljav izgled. Frakcije manje od $<$ 0,5 mm (sito br. 40) treba pažljivo podvrći jednostavnim opitima identifikacije (koji su kasnije navedeni), da se ustanovi plastična priroda tla, kako bi se mogla pravilno izvršiti klasifikacija.

2. Sitnozrnata tla

Sitnozrnata tla sadrže ponajviše čestice, koje se ne mogu vidjeti prostim okom, t. j. koje su manje od 0,074 mm (prolaze kroz sito broj 200). Podijeljena su u 2 (AC — USBR) odnosno 3 (AC — RRL) glavna razrada: ona, koja imadu malu stišljivost, srednju stišljivost i ona koja imadu veliku stišljivost. Iskustvo je pokazalo, da se stišljivost tla za isto predopterećenje može staviti u vezu sa granicom tečnosti. Tla male stišljivosti imadu obično nisku granicu tečnosti, a ona sa velikom stišljivošću visoku granicu tečnosti.

U svakoj od tih glavnih podjela postoje ove grupe:

— tlo, koje je pretežno prah,
— tlo, koje je pretežno glina,
— tlo, koje može biti ili prah ili glina, ali koje sadrži sigurne znakove organskih materija.

Za terensku identifikaciju nije ni potrebno, ni poželjno, da se vrši određivanje granica konsistencije. Pokusi vizuelne identifikacije, kakovi su kasnije opisani, dopuštaju identifikaciju tala sa dovoljnom točnošću upotrebom samo ruku i malo vode.

Glavne grupe sitnozrnatih tala:

a) *Sitnozrnata tla male plastičnosti* (malo stišljiva)

a-1 Prah (ML)

Sadrži anorganski prah, vrlo fini pijesak, kamenu prašinu i prašinasti ili glinoviti fini pijesak s neznatnim plasticitetom. One obično nisu plastične, nemaju kohezije, imaju nisku suhu čvrstoću i pokazuju jasnu i brzu reakciju kod pokusa tresenja.

a-2 Glina prašinasta (CL)

Anorganska prašinasta glina niskog plasticiteta, šljunkovita glina i pjeskovita glina. Imade nisku suhu čvrstoću, a pokazuje neznatnu ili nikakvu reakciju kod tresenja. U plastičnom stanju može se izvaljati u valjčiće, promjera cca 3,0 mm, koji imaju slabu do priličnu čvrstoću.

a-3 Prah organski (OL)

Organski prah niskog plasticiteta, malo kohezivan, ima vrlo malu suhu čvrstoću i može se raspoznati po karakterističnoj tamnoj boji i mirisu raspadne organske tvari, te indikacije plastičnosti

na osnovu valjčića. Takav je valjčić obično mekan i slab, a materijal se nešto lijepi za ruke. Reakcija kod pokusa tresenja je vrlo spora ili nikakva.

b) *Sitnozrnata tla srednje plastičnosti* (srednje stišljiva)

b-1 Prah glinovit (MI)

Pjeskovito glinoviti prah srednje plastičnosti i kohezije sa malom suhom čvrstoćom ili bez nje. Valjčići su meki i slabi. Reakcija kod pokusa tresenja je polagana do srednja.

b-2 Glina mršava (CI)

Tlo srednje kohezivno sa srednjom do velikom suhom čvrstoćom. Materijal se lijepi za prste, a valjčići su srednje tvrdi. Ne pokazuje reakcije kod pokusa tresenja. Tlo je srednje stišljivo.

b-3 Glina organska srednje plastičnosti (OI)

Male do srednje kohezije i suhe čvrstoće. Materijal se prima za prste, a valjčić je mekan. Reakcije kod tresenja nema.

c) *Sitnozrnata tla velike plastičnosti* (jako stišljiva)

c-1 Tinjčasta i dijatomejska tla (prah elastičan MH)

Pokazuju obično male do srednje plastične i kohezivne osebine s niskom suhom čvrstoćom ili bez nje te polaganom i jasnom reakcijom kod pokusa tresenja. Vrlo su stišljiva.

c-2 Glina masna (SH)

Vrlo stišljiva anorganska glina visoke plastičnosti. Karakterizirana velikom plastičnošću i kohezijom, ima veliku suhu čvrstoću i ne pokazuje nikakove reakcije kod pokusa tresenja, a može se izvaljati u valjčiće, koji postaju tvrdi, kako se približavaju granici krutosti.

c-3 Glina organska (OH) visoke plastičnosti

Sadrži vrlo stišljive organske gline, srednje do visoke plastičnosti i kohezije, sa srednjom do velikom suhom čvrstoćom. Imade karakterističnu tamnu boju, jak miris po raspadnutoj organskoj tvari i može se izvaljati u meke vlaknaste valjčiće, male do srednje čvrstoće. Ne pokazuje reakcije kod pokusa tresenja.

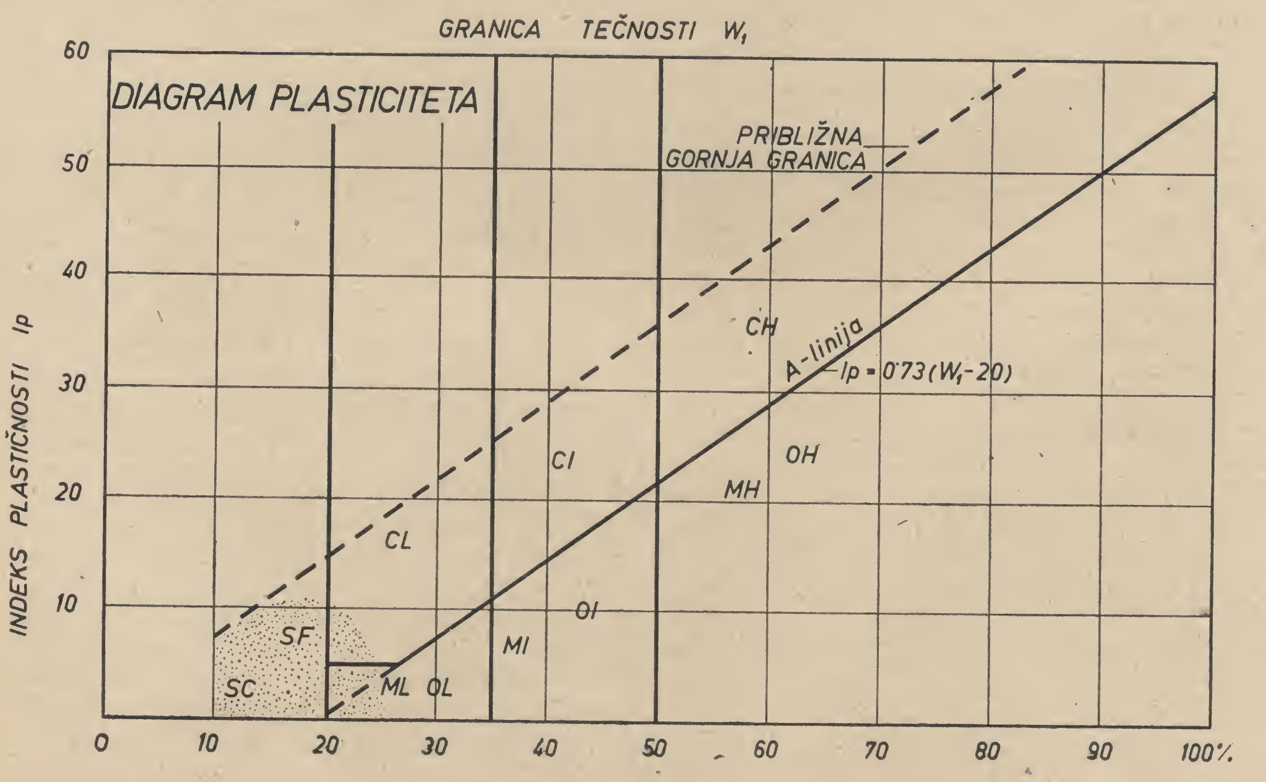
Grupa b) — sitnozrnata tla srednje plastičnosti — ne postoji u klasifikaciji USBR. Tu je ona uključena u grupu a), t. j. postoje samo dvije grupe a) i c).

3. Organska tla (Pt)

Organska tla obuhvaćaju vlaknasta vrlo organska i plastična tla, prvenstveno treset i ostala močvarna tla. Uspoređena s ostalim grupama, ta se tla vrlo rijetko nalaze. Ipak, ona su obično izvori najvećih nedaća kod fundiranja, pa ih treba identificirati i opredijeliti im mjesto kod projektiranja i izvedbe. Kod ove klasifikacije su sva takova tla obuhvaćena pod imenom treset. Imadu vrlo malu suhu čvrstoću i vrlo mekane, slabe, vlaknaste valjčiće. Karakteristična je vrlo tamna boja i jak miris raspadnute organske tvari; ne pokazuje se reakcija kod pokusa tresenja.

D. Dijagram plasticiteta

Kod klasifikacije sitnozrnatih tala, kako se vidi iz naprijed navedenog, od osnovne je važnosti plasticitet tla, koji se dobiva određivanjem granice tečnosti i plastičnosti Atterbergovim pokusima ili ručnom terenskom identifikacijom.



Casagrande se u svojoj klasifikaciji služi indeksom plastičnosti i granicom tečnosti, kako je to prikazano na dijagramu plasticiteta, danom na prilogu.

A-linija predstavlja empirijsku granicu između tipičnih anorganskih glina (CL, CI i CH), koje su uglavnom iznad A-linije i plastičnih tala, koja sadrže organskih materija i nalaze se ispod A-linije. Ispod A-linije su također tipične anorganske prašine i glinovite prašine (ML, MI i MH), osim prašina sa granicom tečnosti ispod 30, koje mogu biti i iznad A-linije.

Kod tala sa granicom tečnosti manjom od 25% ne može se dati neka preciznija definicija, i u tom području ima vrlo mnogo preklapanja. Takova se tla obično opisuju sa dva znaka, na pr. CL—SC ili SF—SC i t. d.

Usporedimo li osobine tala jednakih granica tečnosti i rastućih indeksa plastičnosti, i osobine tala jednakih indeksa plastičnosti i rastućih granica tečnosti, dobivamo pregled:

Karakteristika	1 Jednaka granica tečnosti, rastući indeks plastičnosti	2 Jednak indeks plastičnosti, rastuća granica tečnosti
Stišljivost	približno jednaka	povećava se
Propusnost	smanjuje se	povećava se
Stepen promjene volumena	smanjuje se	
Tvrdoća na granici plastičnosti	povećava se	smanjuje se
Suha čvrstoća	povećava se	smanjuje se

V. Osobine pojedinih grupa tla

U priloženoj tabeli broj 3 sadržana su brojčano i opisno izražena pojedina svojstva i upotrebljivost raznih grupa tla. Brojke ne predstavljaju apsolutne vrijednosti i ne mogu se kao takove interpretirati, već daju međusobni odnos između pojedinih grupa, a s obzirom na svojstva odn. upotrebljivost pojedine grupe za stanovitu namjenu. Relativna upotrebljivost navedenih grupa dana je sa brojkama od 1 do 16 tako, da broj 1 znači da ima materijal n a j t. j. najveću posmičnu čvrstoću, najveće slijeganje, najveću vodopropusnost ili da je najbolji za specifičnu primjenu t. j. najbolji za homogeni nasip ili najbolji za propusnu zonu nasipa i t. d. Znači da u glavi navedene osobine padaju sa rastućim brojkama.

Tabela je podijeljena na dva dijela. Lijevo je dana tabela izrađena u United States Bureau of Reclamation — USBR, a desno tabela sastavljena od podataka Road Research Laboratory — England i A. C. klasifikacije. U pogledu grupe tabele se međusobno razlikuju jedino po broju nekih podgrupa krupnozrnatih i sitnozrnatih materijala, kako je to naprijed već spomenuto.

Naravno da u tabeli ima preklapanja, što je međutim sasma razumljivo, kad se ima u vidu preklapanja pojedinih područja samih materijala.

VI. Identifikacioni pokusi

A) Općenito

Identifikacija i klasifikacija krupnozrnatih tala srazmjerno je jednostavna. Mnogo je to teže kod sitnozrnatih tala, koja dolaze sama ili kao veziva krupnozrnatih tala. S tog se razloga većina identifikacionih pokusa odnosi na sitnozrnatu frakciju tla. U tabeli br. 2 su u rubrikama 4—9 navedene osobine, koje sitnozrnata tla pokazuju, kada su podvrgnuta navedenim identifikacionim pokusima. Uspoređujući osobine tla dobivene pokusima s navedenim rubrikama tabele tako, da se od lijeva na desno ispuštaju pojedine rubrike, dobiva se konačno prava grupa odn. materijal je klasificiran.

Postoji sedam osnovnih, jednostavnih identifikacionih postupaka, koji omogućavaju prepoznavanje osobina svojstvenih osnovnim komponentama, zastupanima u uzorku tla, i time omogućuju njegovu klasifikaciju.

B) Vizuelno određivanje veličine čestica pijeska i šljunka

1. Oblik zrna

Treba pregledati i klasificirati zrna pijeska i šljunka s obzirom na oblik, zabilježiti tvrdoću, prisutnost veziva, rastrošenosti i t. d.

2. Raspodjela zrnaca

Čestice, koje prolaze sitom br. 200 (0,076 mm) ne mogu se raspoznati prostim okom, pa se ispituju na drugi način. Zbog određivanja raspodjele krupnih čestica treba rasprostrti reprezentativni uzorak na ravnu površinu i ustanoviti granulaciju. Ako su u uzorku zastupane sve veličine čestica, smatra se uzorak d o b r o g r a n u l i r a n i m, a, ako prevladavaju jedna ili dvije frakcije, onda se smatra s l a b o g r a n u l i r a n i m.

C) Pokus tresenja

Taj se pokus upotrebljava kod identifikacije sitnozrnatih tala ili sitne frakcije kod krupnozrnatih tala. Vrši se tako, da se pripremi uzorak (s raznim sadržinama vode, do zasićenja) i trese horizontalno u dlanu ruke. Promatra se, da li izbija voda na površinu, dajući joj sjajan i mek izgled. Uzorak se tada ponovno stisne među prstima, uslijed čega se voda izgubi i uzorak poprima ponovno mutan izgled. Uzorak se istodobno stvrdnjava i konačno mrvi uslijed povećanog pritiska prstiju. Uzorak treba ponovno horizontalno tresti u dlanu ruke, dok pojedini komadi ne po-

stanu sjajni i spoje se skupa. Treba razlikovati brzu, sporu i nikakovu reakciju na taj pokus tresenja.

— Brza reakcija (voda se brzo pojavljuje i gubi) označava nedostatak plastičnosti kao kod organskog praha (ML), kamenog brašna, vrlo finog jednoličnog pijeska (SU) ili dijatomejskih tala (MH).
Što tla postaju nejednoličnija, to reakcija postaje polaganija.

— Spora reakcjia (voda se polagano pojavljuje i gubi) označuje malo plastičnu prašinu, vrlo fino zrnatu relativno male propusnosti ili prašinastu glinu.

— Nikakva reakcija (voda se uopće ne pojavljuje) označuje gline ili organske materijale znatnog plasticiteta i male propusnosti za vodu. Pritisak prstiju — kad se uzorak stisne — uzrokuje plastično tečenje, uzorak se ne sjaji i ne postaje krući.

D) Plasticitet

Plastične karakteristike finozrnatog tla mogu se odrediti na ovaj način:

Treba ukloniti sve čestice iznad 1,5 mm, namočiti malu količinu sitnozrnatog tla i gnječiti prstima, dok nije jednolično izmiješano. Izvaljati među dlanovima ili na kakovoj površini valjčiće 3 mm debljine. Opetovati taj postupak dok se ti valjčići kod debljine od 3 mm ne počnu raspadati. Taj stadij označuje granicu krutosti, koja se može interpretirati kako slijedi:

— Visok plasticitet je karakteriziran tvrdim valjčićem, koji se može preformirati u kuglu kod iste ili manje sadržine vode i deformirati pod pritiskom prstiju, a da se ne raspada. Valjčići su tvrdi, kad se valjaju među dlanovima.

— Srednji plasticitet je karakteriziran srednje tvrdim valjčićima, ali će se kuglica, izrađena od valjčića nakon što je dostignuta granica krutosti, raspadati. Znatne količine pijeska ili praha uvjetuju takvo ponašanje vrlo plastične gline. Valjčići su srednje tvrdi, kad se valjaju među dlanovima.

— Nizak plasticitet je karakteriziran mekanim valjčićem koji se lako lomi, mora se valjati vrlo oprezno i ne može se uvaljati u kuglicu, ako je ispod granice krutosti. Plastična tla, koja sadrže znatne količine organske tvari i tinjca, tvore meke valjčiće, koji se lako valjaju, ali su vrlo meki i spužvasti. Neplastična tla se ne mogu uvaljati u valjčiće ⌀ 3 mm.

E) Suha čvrstoća

Ispituje se na uzorku tla osušenom na zraku tako, da se uzorak lomi među prstima. Suha čvrstoća ili ne postoji ili je mala, srednja, velika i vrlo velika. Naredna tabela daje pregled ove karakteristike.

Suha čvrstoća	Vrsta tla
nema	Neplastična tla ML, MI i MH
mala	Tla niske plastičnosti ispod A-linije. Neke vrlo prašinaste gline malo iznad A-linije (CL)
srednja	Većina CL i CI tala, CH, MH i OH tla blizu A-linije
velika	Većina CH tala, CL i CI tla znatno iznad A-linije. Neka OH tla blzu A-linije
vrlo velika	CH tla znatno iznad A-linije

F) Miris i boja

Mokra organska tla iz dubljih slojeva imadu obično jasan, prodoran miris po raspadnutoj organskoj tvari. Taj se miris može još pojačati grijanjem mokrog uzorka. Druga indikacija prisutnosti organske tvari je upadno tamna boja. Suha organska tla imadu nakon močenja miris po zemlji.

Boju tla treba uvijek navesti zbog mogućeg određivanja postanka tog tla.

G) Sadržina $CaCO_3$

Pokus se vrši razrijeđenom solnom kiselinom i služi za određivanje prisutnosti kalcijeva karbonata. Za približno određivanje sadržine karbonata služi ova tabela (Po Bendelu):

Vrsta šumljenja	Sadržina $CaCO_3$ u % tež.
Ne šumi	1
Slabo kratko šumljenje	1—2
Jasno kratko šumljenje	3—4
Jako i dugo šumljenje	5

Pokus se vrši tako, da se na uzorak kapne 2—3 kapi razrijeđene solne kiseline.

Dolomit će malo šumjeti ukoliko mu se zagrebe površina.

Tla sa velikom suhom tvrdoćom, ako ne šume kod pokusa sa solnom kiselinom, vjerojatno su visoko kohezivna tla, dočim jaka reakcija na solnu kiselinu ukazuje na veliki sadržaj $CaCO_3$ i upozorava na mogućnost da je velika suha čvrstoća posljedica cementacije tla kalcijskim karbonatom.

Rezultati ovog pokusa ne utječu direktno na nomenklaturu klasifikacije, ali često daju podatke koje treba uključiti u opis tla.

UNITED STATES BUREAU OF RECLAMATION — U.S.B.R.

(prerađena klasifikacija A.C. AIRFIELD CLASSIFICATION)

KRUPNOZRNATA TLA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Glavna podjela			TERENSKA OPAŽANJA. Cijeli materijal Isključujući čestice promjera većeg od ~130 m/m 5"		Samo čestice manje od ~3 mm (1/8)	GRUPNI SINBOLI*		NAZIV I OPIS GRUPA TLA	OSTALI PODACI KOJI SE DODAJU STANDARNIM NAZIVIMA KOD TERENSKE KLASIFIKACIJE	DODATNI PODACI ZA OPIS TALA ZA FUNDIRANJE
KRUPNOZRNATA TLA Više od polovine materijala ostaje na situ br 200 - 0·074 mm (Čestica od 0·074 je najmanja koja se još može razabroti prostim okom.)	Šljunak i šljunkovita tla Više od polovine krupnih čestica je veća od ~4·5 mm (sito broj 4)	Šljunak	Dobra granulacija krupnih i sitnih čestica	Postoje znatne količine svih krupnih frakcija (do najvećeg zrna uzorka)	Dovolno glinotih čestica do vrlo dobro veže materijal. Mješavina mora biti dovolno glinovita da međusobno povezuje sve krupne čestice uključujuci i najveće.	GC		Šljunak sa pjeskovita - glinovitim vezačem Granulirano šljunkovito pjeskovita mješavina sa izvrsnim glinovitim vezačem.	Šljunak: Približni postotak, najveće zrno, oblik i stanje površine, drobivast ili tvrdoća. Primjer: Šljunak so pjeskovito - glinovitim vezačem, šljunka 40%, najveće zrno 10 cm zrna vrlo uglovita, gruba površina, drobiv.	Kod opisa tala kojih upotreba dolazi u neporemećenom stanju, treba naglasiti stanje u kojem se nalaze. Neka svojstva koja su od bitnog interesa za nepromočena tla ovdje su navedena.
						GW		Šljunak pijesak dobro granuliran. Dobro granulirani šljunci i šljunkovita - pjeskovite mješavine. Mala ili ništa finih čestica.	Šljunak: Približni postotak, najveće zrno, oblik i stanje površine drobivast ili tvrdoća. Primjer: Šljunak - pijesak dobro granuliran, oko 50% šljunka najveće zrno 7·5 cm	
			Slaba granulacija	Prevladava jedna ili više frakcija šljunka	Prilično čist do čist materijal. Samo malen dio čestica se ne može raspoznati prostim okom. Nema dovolno glinovitih čestica da međusobno povezuju zrnca pijeska. Kada je mokar materijal nema kohezije ili plastičnosti	GP		Šljunak - slabo granuliran. Slabo granulirani šljunak i šljunkovito - pjeskovite mješavine. Malo ili ništa finih čestica.	Šljunak: Približni postotak, najveće zrno, prevladajuća veličina, oblik i stanje površine, drobivost ili tvrdoća. Primjer: Šljunak slabo granuliran. Oko 70% šljunka, najveće zrno 5 cm, predvladavajuća vel. 1·3 - 2·5 cm, vrlo zaobljena. Glatka površina vrlo tvrda.	Šljunak. Struktura (oko uslojeno, opiši svaki sloj) cementacija (dobra, slaba ili nema) sredstvo cementiranja, prirodna gustoća, prirodna vlaga, propusnost, opći geološki opis ili lokalni naziv. Primjer: Šljunak - slabo granuliran (SP) krupan, čist, zbit, slabo cementiran, propustan, sadrži tanke (6 mm), dobro cementirane nepropusne leće od sitnog pijeska (pleistocen pijesak i šljunak).
						GU		Šljunak - jednoličan. Šljunak sa samo stanovitim frakcijoma. Uskog granulometričkog područja. Bez finih čestica.	Šljunak: Približni postotak, najveće zrno, prevladavajuća veličina, oblik i stanje površine, drobivost i tvrdoća. Primjer: Šljunak jednoličan, šljunak 100%, najveće zrna 6 cm, zrno u području 3-6 cm, površina tvrdo i hrapava, zrna uglata	
		Šljunkovita tla		Prljav materijal krupne čestice sa prekovrem sitnih čestica tj. znatan dio čestica se ne može raspoznati prostim okom	Veliki dio čestica se ne može raspoznati prostim okom, a materijal kada je mokar, ima malo ili ništa plasticiteta ili kohezije.	GF		Šljunak sa prekomjerno prašine. Vrlo prašinasti šljunak, slabo granulirane šljunkovito pjeskovito - prašinoste mješavine.	Šljunak: Približni postotak, najveće zrna opiši materijal manji od 0·32 cm kao vrlo prašinost, srednje prašinast ili malo prašinost. Primjer: Šljunak sa prekomjerno prašine. Oko 50% šljunka, najveće zrna 10 cm. Materijal manji od 0·30 cm je srednje prašinast.	
					Veliki dio čestica se ne može raspoznati prostim okom i materijal kada je mokar ima jasni plasticitet i koheziju	GF		Šljunak sa prekomjerno gline. Glinoviti šljunak slabo granulirane šljunkovito pjeskovita - glinene mješavine	Šljunak. Približni postotak, najveće zrna, opiši materijal manji od 0·32 cm kao vrlo glinovit, srednje glinovit ili malo glinovit. Primjer: Šljunak sa prekomjerno gline. Oko 40% šljunka, najveće zrno 4 cm. Materijal manji od 0·30 cm je vrlo glinovit.	Pijesak: Isto kao šljunak, uključi rezultate standarne perkusionih pokusa tla ili uzorka ako postoje. Primjer. Pijesak dobro graduiran. Srednji do sitan, čist, necementiran, vrlo vlažan, izgleda male gustoće, neuslojen, vjerovatno propustan. PR = 10 udara stopa.
	Pijesak i pjeskovita tla Manje od polovine krupnih čestica je veća od ~4·5 mm (sito broj 4)	Pijesak	Dobro granulacija krupnih i sitnih čestica	Postoje znatne količine svih veličina čestica do najvećeg zrna uzorka	Dovolno glinovitih čestica koje vrlo dobro povezuju materijal. Mješavina mora također biti dovolno glinovita da povezuje međusobno sve krupne čestice do maksimalne veličine.	SC		Pijesak sa glinovitim vezačem. Dobro granulirani pijesak sa izvrsnim glinovitim vezačem.	Oblik i drobivost zrnca približni postotak šljunka, boja tla. Primjer: Pijesak sa glinovitim vezačem. Oko 15% šljunka, šljunak uglast i vrlo tvrd, vezač vrlo jasan svijetlo smeđ	
						SW		Pijesak dobro granuliran. Dobro granulirani pijesci i šljunkoviti pijesak. Malo ili ništa finih čestica	Oblik i drobivost pjeskovitih zrnca približni postotak šljunka, čist ili malo zamazan, boja tla. Primjer: Pijesak dobro granuliran. Oko 20% šljunka, pijesak vrlo zaobljen i vrlo tvrd, vrlo čist, svijetlo siva	
			Slaba granulacija	Prevladava jedna ili više frakcija pijeska.	Prilično čist do čist materijal. Samo malen dio čestica se ne može raspoznati prostim okom. Nema dovoljna glinovitih čestica da međusobno povežu zrnca pijeska kada je mokar, materijal nema kohezije ili plastičnosti	SP		Pijesak slabo granuliran. Slabo granulirani pijesak i šljunkoviti pijesak. Malo ili ništa finih čestica.	Pijesak: Krupni srednji ili fini, oštar ili vrlo zaobljen, čist malo prljav ili prašinost, približni postotak šljunka, boja. Primjer: Pijesak slabo grad. Vrlo fini, vrlo zaobljen, svijetlo sivi, znatno prašine šljunka nema.	
						SU		Pijesak - jednoličan. Pijesak sa samo stanovitim frakcijama uskog granulometričkog područja. Bez finih čestica.	Pijesak: Krupni, srednji ili fino oštar ili zaobljen. Primjer: Pijesak jednoličan, srednji, oštar, svijetla smeđi, šljunka i prašine nema, zrna u području 0·5 - 1·5 mm	
		Pjeskovita tla		Prljav materijal krupne čestice sa prekomjerno sitnih čestica tj. znatan dio čestica se ne može raspoznati okom	Veliki dio čestica se ne može raspoznati prostim okom, ali materijal kada je mokar ima malo ili (gotovo) ništa plasticiteta ili kohezije.	SF		Pijesak sa prekomjerno prašine. Vrlo prašinaste pijesak slabo granulirane pjeskovita - prašinaste mješavine.	Pijesak: Fini, srednji do fini, ili krupni do fini. Prašina: Veliki, srednji ili mali udio. Glina: Tragovi ili neznatna količina. Približni postotak šljunka. Primjer: Pijesak sa prekomjerno prašine. Pijesak vrlo fini, veliki dio prašine, neznatno gline, crveno smeđe bez šljunka.	
					Veliki dio čestica se ne može raspoznati prostim okom a materijal kada je mokar ima jasan plasticitet i koheziju.	SF		Pijesak sa prekomjerno gline. Glinoviti pijesak, slabo granulirane pjeskovito - glinovite mješavine.	Pijesak: Krupni srednji do fini ili krupni do fini. Glina: Veliki srednji ili mali udio. To je vrlo umjereno ili malo plastično. Boja. Približni postotak šljunka. Primjer: Pijesak sa prekomjerno gline. Mali dio finog pijeska, tlo vrlo plastično, tamno sivo, šljunka nema.	

* dodatak iz klasifikacije ROAD RESEARCH LABORATORY — R.R.L.

UNITED STATES BUREAU OF REKLAMATION - U. S. B. R.

(prerađena klasifikacija A.C. AIRFILLD CLASSIFICATION)

SITNOZRNATA TLA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		IDENTIFIKACIONI POKUSI SA ČESTICAMA MANJIM OD ~ 3 mm (1/8")							Grupni simboli		Naziv i opis grupa tla	Ostali podaci koje se dodaje standarnim nazivima kod terenske klasifikacije	Dodatni podaci za opis tala za fundiranje
		Opća karakteristika - mokra	Suhačvrstoća	Sjaj (stepen)	Plasticitet (vrsta valjčica)	Tresenje vrsta reakc.	Miris	Boja					
SITNOZRNATA TLA Više od polovine materijala prolazi kroz sito br 200 - 0074 mm. Čestica od 0074 je najmanja koja se još može razabrati prostim okom	Prašinasta i glinovita tla sa malom stišljivošću	Praktički neplastično i nekohezivno	- Nikakvo - Smrvljena tla pjeskovito pod zubima	Nikakav do vrlo mutan	- Vrlo slabi valjčić - Laka se mrvi	Brzo	Nije bitan (obično nema)	(nije bitna) obična siva plavkasta siva, žuto-smeđa, crvenkasta ili žuta.	ML		Prašina Anorganska prašina i vrlo fini pijesak, kameno brašno, brašnasti ili glinoviti fini pijesak sa malom plastičnošću	Prisustvo tragova gline, organske tvari ili pijeska Boju treba navesti Primjer Prašina Sa tragovima gline i znatna količina finog pijeska Svijetlo žuta-smeđa boja.	Sitnozrnata tla Struktura (uslojeno kao les moslvna površina Konsistencija vrlo meka, polutvrda, tvrda i vrlo tvrda Cementacija (Dobra srednja nema) zbijenost, prirodna vlaga (suho, vlažno vrlo vlažno mokro) Odnos prirodne vlage, prema granici tečnosti i plastičnosti osobine bubrenja i stezanja Raspadanje, opći geološki opis i lokalni naziv Standarni perkusoni rezultati ako postoje Primjer Prašina ML, čvrsta, neuslojena, slabo cementirana, malo vlažna vrlo malo gustoća, mnogo vertikalnih rupa od korjena žuto-smeđe boje Primjer Masna glina (CH) konsolidirana tvrda, malo vlažna (ispod granice plastičnosti) masivna, raspoda se brzo izložena zraku tamno siva, vrlo plastična pošto je namočena i obrađe. na PR = 50 udara stopu Primjer Glina organsko i treset (OH & Pt) izmjenični slojevi vrlo meki, vrlo mokri (dosta blizu granice tečnosti) organska glina i treset vrlo konpresibilna, vlaga se lako istiskuje pod malim pritiskom, jako se steže kod sušenjo, crna
		Umjereno plastično i kohezivno	- Malo do sred. - Smrvljena tlo pjeskovito pod zubima	Slab do srednji	- Slabi srednje tvrd - Materijal se prima za ruku	Nikakva ili vrlo spora	Neznatno zemljan	(Nije bitna) obično tamno smeđa žuto-smeđa crvenkasta ili tamno	CL		Glina prašinasta Anorganske gline male plastičnosti, pjeskovite gline, prašinaste gline	Malo plastično Izgleda malo ili vrlo prašinasto Sadrži znatno ili ništa pijeska. Boja Primjer Glina malo plastična Vrlo prašinasta Znatna kol pijesko Crvenkasta smeđa boja	
		Malo plastično i kohezivno	- Malo - Smrvljena tla pjeskovito pod zubima	Nikakav	- Mekan slabi valjčić - Mat. se prima za prste	Nikakva ili vrlo spora	Po organskoj truleži	Tamna, vrlo tamno smeđa, vrlo tamna siva	OL		Prašina organska Organske prašine i organske prašinaste gline male plastičnosti	Organski ostaci vidljivi ili nevidljivi Miris gnjile organske tvari slab do jak Boja Primjer Prašina organ. Nema vidljivih organ. ostat. ali miris org tvari vrlo jak Tamno smeđa boja.	
	Prašinasto i glinovito tlo sa srednjom stišljivošću	Srednje plastično i kohezivna	Nikakvo do malo	Nikakav do vrlo mutan	Slabi meki valjčići	Polagana do srednje	Obična nikakav	(Nije bitna) obično siva plava siva, žuto-smeđa crvenkasta ili žuta	MI		Prašina glinovita Glinovite prašine, pjeskovite glinovite prašine srednje stišljive	Prisustvo gline i pijeska. Boja Primjer Prašina glinovita Finog pijeska ima u malim količinama Sive boje	
		Srednje plastično i kohezivna	Srednja do velika	Srednji do sjajan	- Srednje tvrd valčić - Materijal se lijepi za prste	Nikakva	Zemljan	(Nije bitna) obično tamno smeđa, žuta smeđa, crvenkasta ili tamno siva	CI		Glina mršava Anorganske gline srednje plastičnosti srednje stišljive	Navesti primjese kao prašina i pijesak, miris, boja Primjer Glina mršava, srednje plastična Vrlo male količine pijeska i prašine Boja crvenkasta smeđa.	
		Malo do srednje plastično i kohezivno	Malo do srednja	Mali do srednji	- Mekan valjčić - Materijal se primo za prste	Nikakva	Po organskoj truleži	Tamna, tamna smeđo ili vrlo tamna siva	OI		Glina organska srednje plastičnosti Organske gline srednje stišljive	Vidljivost i jačina mirisa organskih tvari. Boja Primjer Glina organska, osjeća se miris po organskoj truleži Boja tamno smeđa	
	Prašinasta i glinovita tla sa visokom stišljivošću	Umjereno plastično i kohezivno	Malo do sred. Smrvljena tlo se asjeća kao milovka	Nikakav do mutan	- Vrlo mekan slab do srednje tvrd valjčić - Slab	Polagana ali jasna	Nije bitan (obično nema)	Obično svijetle pastelne nijanse od plave, zelene, žute, ružičasto ili bijela	MH		Tinjčasta i dijatomejska tla Tinjčasti ili dijatomejski fini pijesak ili prašinasti Pijesak elastična prašina vrlo stišljive	Prisustvo tragova gline Malo do srednja plastičnost i boja Primjer Prašina elastična Malo glinovita, srednje plastična Skoro bijela	
		Vrlo plastično kohezivno	- Veliko do vrlo velika - Nemože se zdrobiti prit. prstiju	Vrlo sjajan	- Vrlo tvrd valjčić - Materijal se vrlo lijepi za prste	Nikakva	Jako zemljan	(Nije bitna) Obično tamno smeđa, crvenkasta, plava ili žuta	CH		Glina masna Anorganske gline visokog plasticiteta vrlo stišljive	Ako postoji prisutnost pijesko i prisutnost organskih tvari Boja Primjer Glina masna. Nema pijeska ni org. tvari Tamno plava boja.	
		Umjereno do vrlo plastično i kohezivno	- Umjereno do jaka - Kadkad malo vlaknasno	Srednji do sjajan	- Mekan do srednje tvrd valjčić - Često slab i vlaknast	Nikakva	Po organskoj truleži	Obično vrlo tamna, kao crna, smeđa ili siva	OH		Glina organska visoke plastičnosti Organske gline vrlo stišljive	Slab do vrlo jak organski miris Vidljivost vlaknastog materijala Boja Primjer Glina organska Organski miris slab. Vidljiv vlaknasti materijal Crna boja	
Organska tla		Vlaknasto i vrlo organsko vrlo plastično	- Malo do srednje - Smrvljeno tlo u biti vlaknasto	Nikakav do mutan	- Vrlo mekan slabi vlaknasti valjčić - Sluzav opip	Nikakva	Po organskoj truleži	Obično vrlo tamna, kao crna, smeđa ili siva	P_t		Tresetasta tla Treset i ostala vrlo organska močvarna tla	Vrlo srednji do malo vlaknast Gnjili organski miris slab do vrlo jak. Boja Primjer Tresetasta tla Vrlo vlaknasto Organ miris vrlo jak Vrlo tamna boja	

dodatak iz klasifikacije ROAD RESEARCH LABORATORY - R R L.

VIII. LITERATURA

1. Artur Casagrande: Classification and Identification of Soils. Transsactions A.S.C.E., 1948.
2. Earth Manual: United States Bureau of Reclamation, 1952.
3. Dinald W. Taylor: Fundaments of Soil Mechanics 1948.
4. Road Research Laboratory: Soil Mechanics for Road Engineers. London, 1952.
5. G. Post-P. Londe: Les barrages en terre compacte — Pratiques Americaines, Paris, 1953.
6. G. E. Bertram: Soil tests for military construction. American Road Builders' Association, Chicago, 1946.
7. L. Bendel: Ingenieurgeologie, I—II. Wien, 1948.
8. Schulze-Muhs: Bodenuntersuchungen für Ingenieurbauten. Berlin, 1950.
9. T. W. Lambe: Soil Testing for Engineers. New York, 1951.
11. Cooling, Skempton and Glossop: Discussion on Soil Classification. Transactions ASCE, 1948.

UNITED STATES BUREAU OF RECLAMATION — U.S.B.R																
1	2	3	4		5					6		7		8		
GRUPNI SIMBOL	PROPUSNOST	POSMIČNA ČVRSTOĆA	ŠTIŠLJIVOST	ZBIJENOST	RELATIVNA NUMERIČKA UPOTREBLJIVOST ZA ZEMLJANE BRANE					RELAT UPOTREBLJIVOST ZA TEMELJE		REL. UPOTREBLJIV ZA KANALE		REL. UPOTREBLJIVOST ZA CESTE		
					Propusnost	Homog. nasip	Zona 1 nepro.	Zona 2 polu propu.	Zona 3 propu	Procjeđivanje kritično	Procjeđivanje nije kritično	Zbijena obloga kanala	Kanalska prizma prirodna	Nasip	Podloga	Kolnik
GC	11	4	13	1	nepropusno	1	1	–	–	1	4	2	1 odlično neobloženo	4	2	1
GW	2	1	16	2	propusno	–	–	1	1	15 propusno	1	ne	15 potrebno obloga	1	1	3
GP	1	3	15	10	vrlo propusno	–	–	–	2	16 propusno	2	ne	16 potrebno obloga	3	5	ne
GF silty	5	6	11	5	polupropus. ili nepropusno	2	2	2	–	3	5	4	4 dobro neobloženo	7	6	5
GF clayey	10	7	10	6	nepropusno	3	3	–	–	4	7	3	2 odlično neobloženo	6	vrlo slabo	4
SC	12	5	12	3	nepropusno	4	4	–	–	2	6	1	3 odlično neobloženo	5	4	2
SW	4	2	14	4	propusno	–	–	3	3 ako je šljunk	14 propusno	3	ne	14 potrebna obloga	2	3	6 slabo
SP	3	9	9	11	propusno	–	–	4	ako je šljunk	9	8	ne	13 potrebna obl procje	8	9 slabo	ne
SF silty	9	8	8	8	poluprop ili nepropusno	6	7	5	–	5	9	ne	9 potr. oblo erozija	9	7	ne
SF clayey	13	10	7	7	nepropusno	5	5	–	–	6	10	5	5 dobro neobloženo	10 ne	10 ne	7 slabo
ML	6	12	6	12	poluprop ili nepropusno	8	8	6	–	8	12	ne	10 potrebna obloga	12 slabo	12 ne	ne
CL	14	11	5	9	nepropusno	7	6	–	–	7	11	6	6 dobro neobloženo	11 ne	11 ne	8 vrlo slabo
OL	8	14	4	13	poluprop. ili nepropusno	9	9	–	–	10	13	ne	11 potrebna obloga	13 slabo	13 ne	ne
MI	7	12	3	14	poluprop. ili nepropusno	9	9	–	–	10	14	ne	11 potrebna obloga	14 slabo	14 ne	ne
CI	15	13	4	12	nepropusno	9	8	–	–	9	12	6	6 dobro neobloženo	13 slabo	12 ne	10 vrlo slabo
OI	12	15	3	14	nepropusno	10	10	–	–	11	14	ne	10 potrebna obloga	14 vrlo slabo	14 ne	ne
MH	7	13	1	16	poluprop. ili nepropusno	11	11	–	–	13	16	ne	12 potrebna obloga	16 vrlo slabo	16 ne	ne
CH	16	15	3	14	nepropusno	10	10	–	–	11	14	7	7 dosta dob. neobložen	14 slabo	14 ne	ne
OH	15	16	2	15	nepropusno	12	12	–	–	12	15	ne	8 dosta dob neobložen	15 vrlo	15 ne	ne
Pt	–	–	–	–	POTPUNO NEUPOTREBIVO											

ROAD RESEARCH LABORATORY — R.R.L.										
	9	10		11	12	13	14	15	16	17
SIMBOL	Vrijednost kao temelj za ceste kod nije izloženo djelovanju mraza	VRIJEDNOST KAO KOLNIK KOD PRIV. ZGRADA		Osjetljivost na mraz	– Stezanje – Bubrenje – Elastičnost	Drenažne karakteristike	KARAKTERISTIKE SABIJANJA I MEHANIZACIJA	Maksimalna zbijenost kod optimalne vlage g/cm³ relativni porozitet e	CBR vrijednosti za nabijeni i saturoni uzorak	Odgovarajuća grupa PK klasifikacije
		Sa vezačem prašine	Sa bitumenskom površinskom obrad.							
GC	odlično	odlično	odlično	srednjo	vrlo malo	praktički nepropusno	odlične jež	> 2,06 e < 0,30	> 40	A_1
GW	odlično	dosta dobro do slabo	odlično	nikakvo do vrlo malo	skoro nikakvo	odlične	odlične traktor *	> 2,00 e < 0,35	> 50	A_2
GP	dobro do odlično	slabo	slabo do dosta dobro	nikakvo do vrlo malo	skoro nikakvo	odlične	dobre traktor *	> 1,84 e < 0,45	25 - 50	A_3
GU	dobro	slabo	slabo	nikakvo	skoro nikakvo	odlične	dobre traktor *	> 1,76 e < 0,50	25 - 60	A_3
GF	dobro do odlično	slabo do dobro	dosta dobro do dobro	vrlo malo do srednjo	skoro nikakvo do malo	dobre do praktički nepropusno	dobre, potrebna brižljiva kontrola, gumeni valjak, traktor	> 1,9[illegible] e < 0,40	> 20	A_2
SC	odlično do dobro	odlično	odlično	srednjo	vrlo malo	praktički nepropusno	odlične jež	> 2,00 e < 0,35	20 - 60	A_1
SW	odlično dobro	slabo	dobro	nikakvo do vrlo malo	skoro nikakvo	odlično	odlične traktor *	> 1,92 e < 0,40	20 - 60	A_3
SP	dosta dobro do dobro	slabo	slabo	nikakvo do vrlo malo	skoro nikakvo	odlične	dobre traktor *	> 1,60 e < 0,70	10 - 25	A_3
SU	dosta dobro	slabo	slabo	nikakvo do vrlo malo	skoro nikakvo	odlične	dobre traktor *	> 1,60 e < 0,70	10 - 30	A_3
SF	dosta dobro do dobro	slabo do dobro	slabo do dobro	malo do velika	skoro nikakvo do srednje	dobre do praktički nepropusno	dobre, potrebna brižljiva kontrola gumeni valjak	> 1,68 e < 0,60	8 - 30	A_2
ML	dosta dobro do slabo	slabo		srednja do vrlo velika	malo do srednje	dobre do slabe	dobre do slabe, potrebna brižljiva kontrola gumeni valjak	> 1,60 e < 0,60	6 - 25	A_4 A_6 A_7
CL	dosta dobro do slabo	slabo		srednja do velika	srednje	praktički nepropusno	prilične do dobre jež	> 1,60 e < 0,70	4 - 15	A_4 A_6 A_7
OL	slabo	vrlo slabo		srednja do veliko	srednje do veliko	slabo	prilične do slabe jež	> 1,44 e < 0,90	3 - 8	A_4 A_7
MI	dosta dobro do slabo	slabo		srednja	srednje do veliko	dobre do slabe	slabe, potrebna brižljiva kontrola gumeni valja.	> 1,60 e < 0,70	6 - 10	A_4 A_6 A_7
CI	dosta dobro do slabo	slabo		malo	velika	dobre do praktički nepropusna	prilične do dobre jež	> 1,52 e < 0,80	4 - 10	A_4 A_6 A_7
OI	slabo	vrlo slabo		malo	veliko	dobre do praktički nepropusno	slabe jež	> 1,52 e < 0,80	3 - 6	A_4 A_7
MH	slabo	vrlo slabo		srednja do veliko	velika	slabe	slabe do vrlo slabe	> 1,60 e < 0,70	> 7	A_5
CH	slabo do vrlo slabo	vrlo slabo		vrlo malo	veliko	praktički nepropusno	prilične do slabe jež	> 1,44 e < 0,90	> 6	A_6 A_7
OH	vrlo slabo	neupotrebivo		vrlo malo	veliko	praktički nepropusno	slabe do vrlo slabe	> 1,60 < 0,70	> 4	A_7 A_8
P	vanredno slabo	neupotrebivo		malo	vrlo velika	dobro do slabo	ne može se sabijati — treba ukloniti i zamjeniti drugim materijalom			A_8

* Traktor gusjeničar

H) Sjaj

To je brzi pokus za ustanovljenje prisutnosti gline. Pokus se vrši tako da se oštricom noža, noktom ili kakvim tvrdim glatkim predmetom pod znatnim pritiskom zareže suhi ili malo vlažan komad tla. Sajna površina karakterizira vrlo plastičnu glinu, dok mutna površina karakterizira prašine, pjeskovite gline ili gline niske plastičnosti.

VII. Dopuna klasifikacije kod fundiranja

Kod primjene naprijed opisane klasifikacije treba imati na umu, da se ona odnosi uglavnom na zemljani materijal, koji će se upotrebiti za gradnju, a ne toliko na neporemećeni materijal »in situ«. Stoga treba i rubriku »stišljivost« u tabeli interpretirati prikladno, t. j. da se ona odnosi na materijale s jednakim predopterećenjem. Iskustvo je pokazalo, da postoji dobro slaganje između plastičnosti nekog materijala, t. j. područja s obzirom na sadržinu vode, u kome je materijal u plastičnom stanju, i njegove stišljivosti.

Što je materijal plastičniji, to je i jače stišljiv i obratno. Plasticitet nekog materijala je konstantan; prema tome je i naprijed spomenuti odnos konstantan.

Kod temeljenja na nekom sitnozrnatom materijalu nije svejedno, koja je trenutačna sadržina vode tog materijala odn. u kom se konsistentnom stanju nalazi.

Prirodna sadržina vode nekog materijala s obzirom na plasticitet izražena je indeksom konsistencije.

To stanje odnosno konsistencija materijala nije obuhvaćena klasifikacijom, iako je ona možda glavna osobina kod tretiranja nekog sitnozrnatog materijala kao temeljnog tla. Saturirana mršava glina može biti, iako po klasifikacionim karakteristikama nije, mnogo lošije tlo za fundiranje nego jedna prosušena masna glina.

Da bi se popunio i taj nedostatak, predlaže se, da se karakteristika prirodne konsistencije sitnozrnatih materijala izražava u ovisnosti čvrstoće uzorka, ustanovljene pokusom kompresije sa slobodnim bočnim rastezanjem. Prema iskustvu engleskih autora (Skemptona, Coolinga i Glossopa) ta je ovisnost ovakva:

Konsistentno stanje:	Čvrstoća kod kompresije sa slobodnim bočnim rastezanjem kg/cm²
vrlo meko	0,35
meko	0,35—0 70
polumeko	0,70—1,40
tvrdo	1,40—2,80
vrlo tvrdo	2,80

Kod prosuđivanja pogodnosti nekog tla za fundiranje, dakle, svakako treba, uz klasifikaciju tla, dobivenu na osnovu uspoređivanja identifikacionih podataka sa svojstvima pojedinih grupa klasifikacije, navesti također čvrstoću kod kompresije sa slobodnim bočnim rastezanjem, koja vrlo dobro karakterizira konsistentno stanje tla. Kod vrlo glinovitih tla može se uzeti, da je pola čvrstoće jednaka posmičnoj čvrstoći.

GRADNJA LUKE LATAKIJA (SIRIJA)

Ing. **Ervin Nonveiller**, Zagreb

Sredozemna obala Sirije, duljine svega oko 150 km, malo je razvedena i nema prirodnih zaštićenih luka. Izvoz i uvoz robe vrši se većinom pretovarom na otvorenim sidrištima. Najveće takvo sidrište je danas Latakija, koja ima i malu zaštićenu luku za brodove male tonaže.

Latakija je tipičan orijentalni trgovački grad sa oko 40 000 stanovnika, kamenim kućama, ravnim krovovima, niskim zdepastim minaretima, ali i mnogim značajkama koje su zajedničke mediteranskim gradovima. Kamioni i kamile prevoze robu iz unutrašnjosti Sirije u ovaj grad i obratno. Godišnji promet Latakije iznosio je 1953 god. 176 000 t uvoza i 383 000 tona izvoza, većinom žitarica i pamuka.

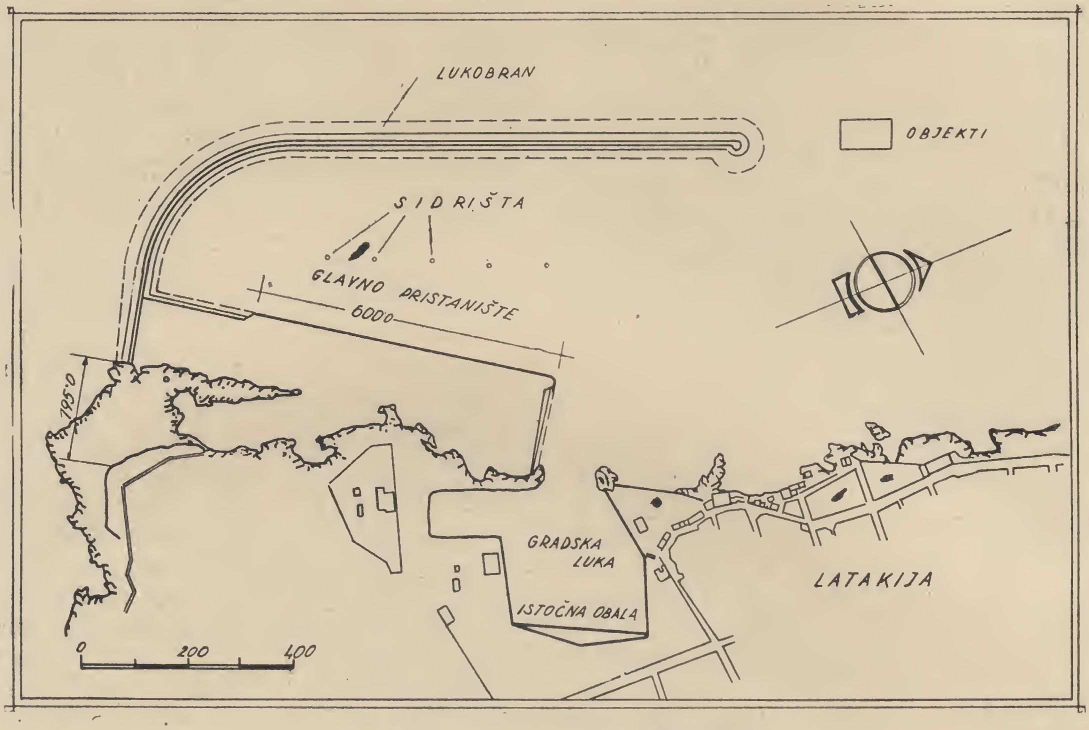
Stoga je donesena odluka, da se u Latakiji izgradi velika zaštićena luka. Godine 1952 raspisana je licitacija, na kojoj je u oštroj konkurenciji rad dobilo Pomorsko građevno poduzeće iz Splita. Nakon sklapanja ugovora počelo je opremanje gradilišta i stvaranje prve radne baze u Siriji, kuda su uskoro stigli naši radnici, majstori i inženjeri. Pri-



Sl. 1 Karta istočnog sredozemlja

preme i organizacija radova nisu bili lak posao. Sirija je nerazvijena agrarna zemlja velikog prostranstva, ali pretežno pustinjska, pa se sve mora dopremati izvana. Nezaštićena obala, često vrlo uzburkano more i udaljenost od Jugoslavije (cca 2 200 km) stvaraju daljnje probleme.

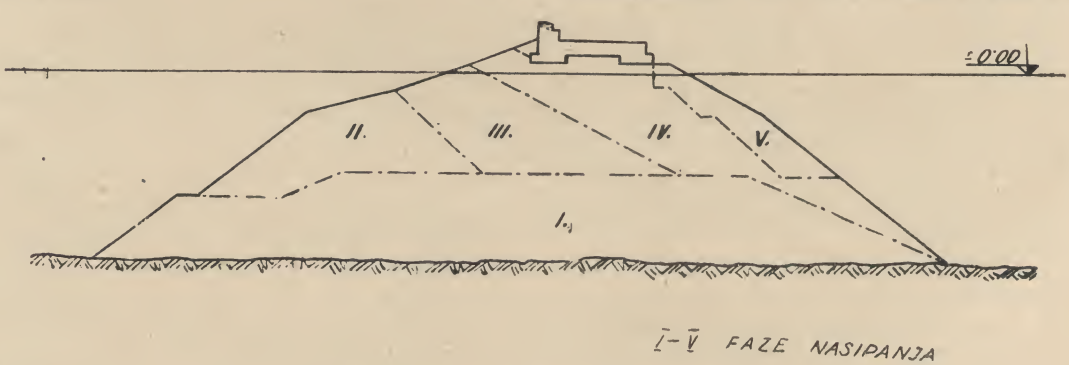
kosa od djelovanja valova. Na kamenom nasipu postavlja se zid od betonskih blokova težine do 53 t. Nakon što se nasip i blokovi dovoljno slegnu, povezuje se taj zid od blokova armiranom betonskom pločom, s kojom je vezan parapetni zid za obranu lukobrana od zapljuskivanja valovima.



Sl. 2 Situacioni plan luke Latakija

Ovog ljeta imao sam prilike da posjetim gradnju luke u Latakiji, pa mislim da će biti zanimljivo, ako dadem kratak prikaz objekta i dosadašnjih rezultata na gradnji.

Projekt luke izradila je firma A. Gibbs & Protuers, a u laboratoriju u Delftu izvršena su modelna ispitivanja gotovog profila lukobrana pod pretpostavkom oluje, koja traje 48 sati s valovima



Sl. 3 Poprečni presjek lukobrana

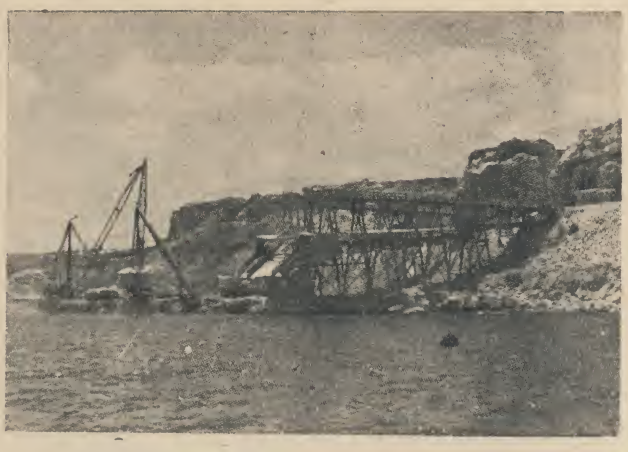
Luka se sastoji od lukobrana duljine 1430 m, koji zaštićuje lučki basen od valova iz sjeverozapadnog kvadranta. U basenu je predviđeno glavno pristanište duljine 600 m i sidrište za 5 brodova (sl. 2). Lukobran je projektiran kao kameni nasip na pjeskovitom morskom dnu. Nasip se sastoji od zona nasutih raznim vrstama kamena težine 0—250 kg i kamenih blokova težine do 20 t za zaštitu po-

visine 7,75. Po narudžbi našeg poduzeća izvršena su dopunska ispitivanja, za profil u raznim fazama nasipanja. Na temelju ovih ispitivanja odabrane su faze tako, da nedovršeni nasip može bez rušenja izdržati period zimskih oluja (sl. 3).

Ugovor za gradnju luke sklopljen je oktobra 1952, vrlo je strog i daje velika prava investitoru, ukoliko poduzeće točno ne ispunjava ugovorom



Sl. 4 Kamenolom



Sl. 5 Utovarno pristanište kamenoloma

predviđene obaveze. Ugovor obuhvaća gradnju ovih objekata i radova:

— glavni lukobran,
— glavno pristanište i istočna obala,
— nasip iza glavnog pristaništa,
— sidrište za 5 brodova,
— bagerovanje lučkog basena.

Opseg radova vidimo iz narednih podataka (u zagradi su navedene količine radova izrađenih do 1./VIII, o. g.):

kameni nasipi 0—250 kg	716 000 m³	(224 000) m³
isto, 250 kg — 2 t	214 000 m³	(62 000) m³
isto, 2 — 10 t	73 000 m³	(20 000) m³
isto, 10 — 20 t	166 000 m³	(28 000) m³
kameni nasipi svega	1 169 000 m³	(334 000) m³
nasipi od pijeska	700 000 m³	
nasipi od zemlje	140 000 m³	
podmorski iskopi u pijesku	47 000 m³	(4 000) m³
isto u kamenu	37 000 m³	
svega iskopi i nasipi	2 083 000 m³	
betonski zidovi	92 000 m³	(19 800) m³
od toga zide od blokova težine 35 — 53 t	58 000 m³	
čelično žmurje	1 000 t	

Predviđeno vrijeme građenja iznosi četiri godine. Kod gradnja takove vrste vrijeme za opremu gradilišta iznosi oko 30% radnog vremena, pa 29% kamenog nasipa i 21% kubature možemo smatrati dobrim rezultatom. Radovi se odvijaju prema planu rada, koji je poduzeće razradilo.

Kamen za nasip dobiva se iz kamenoloma Burdzislam (sl. 4 i 5) 14 milja uz morsku obalu oko 26 km na sjeveru od Latakije. Kamen je razlomljeni, djelomično brečasti vapnenac s pukotinama ispunjenima crljenicom. Za prijevoz kamena postojale su dvije alternative: prijevoz kopnom, dijelom lošom cestom, koju bi na velikom potezu trebalo rekonstruirati ili prijevoz morem. Drugi način je općenito znatno jeftiniji, ali je na nezaštićenoj otvorenoj obali, s uzburkanim morem, skopčan s teškoćama i rizikom, koji je bilo teško unaprijed ocijeniti. Obala Sirije kod Latakije izložena je vjetrovima s juga i zapada, a dominira jugozapad (lebić), koji duva kroz cijelu godinu. Mjeseci od januara do marta naročito su vjetroviti. Vjetar dosegne i 120 km/h, a valovi se razvijaju do 7 m visine. Naši stručnjaci su se nakon proučavanja prilika odlučili za prijevoz morem. Bilo je mnogo oprečnih mišljenja o ovoj odluci. Sva inozemna poduzeća bila su odabrala kopneni prijevoz, pa su njihove ponude bile skuplje, a rad je dodijeljen našem poduzeću. Naši stručnjaci i pomorci trebali su da savladaju poteškoće uzburkanog i »mirnog« mora (kod mirnog mora u tom dijelu Sredozemlja valovi su preko 1 m visoki). Gubitak jednog modernog remorkera uslijed havarije na propeleru u manevru pri olujnom vremenu pokazuje s kakovim opasnostima je rad skopčan. Za zaštitu plovnih objekata osposobljena je u početku građenja mala uvala južno od stare gradske luke (sl. 2), koja je ispunila svrhu. Sada je već dio lukobrana izvan mora i daje punu zaštitu svim plovnim jedinicama u slučaju lošeg vremena. Dosada ugrađena kubatura kamena ukazuje, da je ova organizaciona postavka bila ispravna.

Kamen se u kamenolomu otkopava djelomično serijskim dubokim minama pomoću pneumatskih bušilica na voznom postolju (Wagon Drills), a djelomično pomoću komornih mina, kojima se odjednom ruši po 20 000 m³ kamena. Na slikama 6 i 7 vidi se djelovanje komorne mine otpucane početkom augusta. Sada se ispituje, koji će od ta dva načina biti povoljniji uzimajući u obzir asortiman i cijenu dobivenog kamena.

Otpucani kamen utovaraje se u kamione pomoću bagera ili dizalica i prevozi do silosa i bunkera za sitni kamen, odnosno do utovarnih dizalica za krupni kamen i blokove na pristaništima kamenoloma. Pristaništa su tako orijentirana, da se kod lošeg vremena uvijek na jednom od njih mogu utovariti teglenice.



Sl. 6 Stijena prije paljenja komorne mine



Sl. 7 Isto mjesto nakon paljenja

Nakon što je u kamenolomu stavljen u pogon veći dio predviđenih bagera i dovršena montaža utovarnih uređaja, postiže se dnevni učinak proizvodnje kamena od 1 500 do 2 000 m^3. U mjesecu julu ugrađeno je u lukobran svega 49 000 m^3. Radni kolektiv računa, da će uskoro ugrađivati mjesečno oko 60 000 m^3. Kamenolom danas ima slijedeće strojeve: 2 Eimco utovarača na gusjenicama, 1 bager kašikar, 1 bager polip, 2 dizalice 20 tona na gusjenicama, 4 Derrick dizalice 10 i 20 tona, ukupno 19 kamiona i prikolica nosivosti 15—30 tona za prijevoz kamena, 360 m transportnih traka, 7 kompresora, 4 vagon bušilice, 1 buldozer i električnu centralu 240 kW.

Kamen se prevozi teglenicama, prevrtaljkama i klapetama, koje vuku jaki remorkeri. Na mjestu ugradnje kamen se potapa iz teglenica, dok nasip naraste do raza mora, a iznad njega pomoću pontonskih dizalica, kojima se dižu pokretne košare s kamenom, odnosno blokovi iz teglenica i spuštaju na određeno mjesto. Danas je već oko 450 m kamenog nasipa izašlo iznad raza mora, a pod morem je djelomično nasuta skoro polovina duljine lukobrana.

Plovni park za prijevoz kamena sastoji se od 4 remorkera, 9 teglenica, 2 plovna bagera i drugih pomoćnih objekata.

Za betoniranje blokova i nadmorskih zidova montirana je centralna betonirnica (sl. 8). Ona se sastoji od tornja, preko kojeg se transportnom trakom sirovi šljunak diže na rezervno skladište. Odavde se šljunak pomoću trake diže na sortirnicu, gdje se pere i prosijava na određene frakcije, do maksimalne krupnoće zrna od 80 mm. Krupniji šljunak drobi se i ponovno prolazi kroz sortirnicu. Odavde se šljunak diže u silose sortiranog agregata u betonirnici. Betonirnica se sastoji od dvije miješalice s automatskim dozatorima; kapacitet joj je 75 m^3 za 8 sati, i on je potpuno iskorišten. Šljunak za betoniranje doprema se kamionima sa 45 km udaljenih nalazišta. Za kontrolu betona gradilište ima vrlo dobro opremljen laboratorij, u kojem su izvršena i prethodna ispitivanja betona. Za gradnju doprema se pucolanski cement iz Jugoslavije. Kvalitet betona je odličan, blokovi su potpuno kompaktni, a čvrstoća betona premašuje normiranu i za 100%. Za ugrađivanje blokova služe velike plovne dizalice 30—60 tona nosivosti.

Ove godine započelo se postavljanjem betonskih blokova na kameni nasip lukobrana. Do početka augusta postavljeni su blokovi na 250 m duljine lukobrana.

Tom gradnjom naši su građevinari prvi puta prešli granice Jugoslavije. Dosadašnji uspjeh našeg kolektiva na ovom velikom objektu raspršio je skepsu, koja je u početku vladala o sposobnosti naših stručnjaka i mogućnosti, da s uspjehom izvrše ugovorene radove. Danas jugoslavenski kolektiv uživa veliki ugled pred sirijskim vlastima i inozemnim stručnjacima, koji vrše nadzor gradnje.

Na koncu zahvaljujem kolektivu Pomorskog građevnog poduzeća na gradnji luke Latakije za srdačan prijem i susretljivost, kojom mi je omogućio pregled tog velikog i zanimljivog gradilišta.



Sl. 8. Betonirnica i dizalice u luci

IZ INOSTRANIH ČASOPISA

ETIOPIJA — OBEĆANA ZEMLJA

(Civil Engineering, New York, maj 1954)

Pred posjet Americi Haile Selasia, cara Etiopije, izašao je u časopisu Američkog društva civilnih inženjera članak pod gornjim naslovom, u kome se iznose bogate mogućnosti za tehničku djelatnost u toj nerazvijenoj zemlji, koju neki nazivaju i inženjerskim rajem.

Sve do nedavno Etiopija nije imala svog izlaza na more. Luka Džibuti, od koje vodi uskotračna željeznica do etiopske prijestolnice Adis-Abebe, u francuskim je rukama. Ali od 1952. (kad je Eritreja povezana uskom federacijom s Etiopijom) dobila je Etiopija pristup na more, i sada ima dvije luke na Crvenom moru (Massaua i Assab). Za kratko vrijeme od 1952 god. naovamo uspjelo je vladi Etiopije da cestu Assab—Adis Abeba osposobi u modernu auto cestu i tako poveže prijestolnicu s vlastitom lukom. Međutim, proširenje cestovne mreže u prostranoj etiopskoj zemlji (900.000 km^2) ostaje i nadalje jedan od najvažnijih tehničkih zadataka. Dosada je izoliranost od svijeta i nepovezanost unutrašnjih komunikacija otežavala kulturni i gospodarski razvitak zemlje.

Kako je Etiopija prvenstveno agrikulturna zemlja, od ogromne su važnosti vodoprivredni objekti. Navodnjavanjem dolina omogućilo bi se pretvaranje prostranih pašnjaka u plantaže kave, pamučna i žitorodna polja. Pošto Etiopija nema bogatih nalazišta goriva (ugljena i nafte), od velikog je značenja da se postrojenja za navodnjavanje spoje sa iskorištavanjem mehaničke snage vode. Sada je u projektiranju nekoliko takvih postrojenja. Podizanjem brane Koka na rijeci Awash (80 km jugoistočno od Adis-Abebe) postigla bi se akumulacija od milijardu kubnih metara vode i proizvodnja 500 miliona kWh električne energije godišnje. Ta centrala bi davala struju i Adis-Abebi, s kojom bi bila povezana dalekovodom od 150 kV. Studira se i podizanje velike akumulacije i centrale na rijeci Abai (koja izvire iz jezera Tana i kasnije dobiva naziv Plavi Nil). Među hitne zadatke vodograđevnih inženjera treba ubrojiti i osposobljenje Bijelog Nila i rijeke Bara za trajnu plovnost.

Pretpostavlja se, da su mineralna bogatstva Etiopije velika, ali zasada se eksploatira modernim metodama samo zlato, i to u ograničenom opsegu. U malim količinama iskorištavaju se i nalazišta platine, potaše, soli i sumpora. Nađena su i ležišta liskuna, azbesta i vermiculita, ali se ozbiljnom proučavanju tih nalazišta još nije prišlo.

I za urbaniste, i za sanitarne inženjere otvara se široko polje rada. Zasada se jedino u Adis-Abebi vrše nešto opsežniji radovi na uređenju grada.

B. P.

PROJEKTI VELIKIH HIDROELEKTRANA U RODEZIJI

(Engineering News Record, New York, juli 1954)

Dovršeni su osnovni projekti za dvije velike hidroelektrane u Rodeziji (u južnoj Africi).

Veća od tih elektrana planira se na rijeci Zambezi, oko 320 km nizvodno od poznatih Victoria slapova. Brana u klancu Kariba bila bi oko 120 m visoka. Akumulaciono jezero bilo bi 240 km dugo i služilo bi izravnavanju protoka rijeke Zambezi, koje se kreću između 200 i 8.500 m^3/sek. U prvoj fazi izgradnje iznosila bi instalirana snaga centrale 300.000 kW, a u krajnoj fazi 1,000.000 kW.

Druga centrala projektirana je nedaleko od prve (oko 40 km). Brana Kafue na istoimenoj rijeci (pritoci rijeke Zambezi) bila bi oko 30 m visoka, dovodni tunel bi bio 14 km dug. Akumulacija bi bila mala, iskoristivi pad 760 m, a instalirana snaga 250.000 kW.

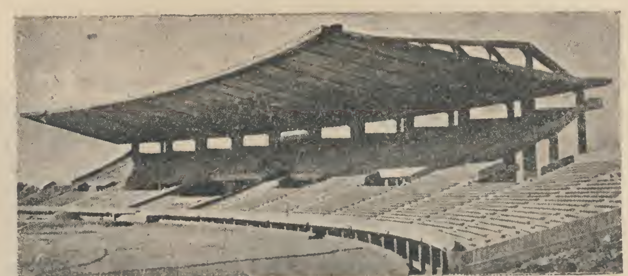
Vlada je tražila za početak radova zajam u visini 100 miliona dolara od Međunarodne banke za obnovu i razvitak, a jedna industrijska grupa, koja je zainteresirana u tamošnjim rudnicima bakra, nudi da će financirati i troškom od 216 miliona dolara posve izgraditi centralu Kariba, ako joj se dade koncesija za eksploataciju tih vodnih snaga na 50 godina.

B. P.

KROV NAD POČASNOM TRIBINOM STADIONA CASABLANCA

(La Technique Moderne-Construction, Paris, juli 1954)

Nad počasnom tribinom stadiona u gradu Casablanca (Maroko) izveden je prema projektu inženjera Lossier i arhitekta Dangleterre armirani betonski krov s konzolnim istakom od 34 m (vidi sliku).



Krov je dug 136 m na dužoj strani, 105 m na užoj strani. Ukupna širina krova iznosi 43 m (od toga 34 m konzola).

Da bi se skupljanje betona kod stvrdnjavanja i promjene dimenzija uslijed toplote mogli vršiti nesmetano, razdijeljen je krov (zajedno s tribinom ispod krova) dilatacionim spojnicama na 5 samostalnih odsjeka. Svaki odsjek ima 4 stupa: dva unutrašnja, koji su naprezani na tlak i dva vanjska, koji su naprezani na vlak. Unutrašnji stupovi udaljeni su od vanjskih 8,50 m.

Na stupovima počivaju rešetkasti krovni vezači, u svakom odsjeku po dva. Gornji pojas vezača je promjenljivog presjeka (od 60/40 do 90/100 cm), s uzdužnom armaturom od 6 do 36 šipki promjera 40 mm. Presjek donjeg pojasa se mijenja od 60/40 cm do 90/75 cm, a armatura od 10 profila 16 mm do 24 profila 32 mm. Okomito na krovne vezače (u donjim čvorovima vezača) izvedene su poprečne grede, presjeka obrnutog T, koje se konzolno produžuje na obje strane sve do dilatacionih spojnica. Poprečne grede nose sekundarne gredice i pokrov.

Vanjski stupovi su presjeka 90/80 cm, s armaturom od 18 profila 40 mm. Šipke su dobro ukotvljene u protuteg (temelj), koji se sastoji od 8-kutnog betonskog bloka promjera 7,20 m, visokog 6 m.

Nastavljanje vučene armature (u vanjskim stupovima i gornjem pojasu krovnog vezača) vršilo se prostim preklopom na dužinu 75 promjera šipki.

Obzirom na velike elastične deformacije konzola pod djelovanjem vlastite težine (bilo je izračunato da će iznositi na kraju krovnih vežača 16 cm, a na kraju poprečnih nosača 3 do 4 cm u odnosu na krovne vezače), betonskoj je optati dato primjereno nadvišenje.

Izvedba krova vršena je u 5 uzastopnih faza, odsjek po odsjek. Najprije su bile izbetonirane tribine, a zatim je na njih postavljena na vagonete skela od čeličnih cijevi Mills s oplatom. Pomoću vijaka na skeli Mills lako se vršilo reguliranje nadvišenja oplate prije betoniranja, a isto tako i spuštanje (skidanje) oplate poslije stvrdnjavanja betona.

Po završetku krova jednog odsjeka skela s oplatom odgurana je do drugog odsjeka i upotrebljena na isti način.

Gradnja je izvedena solidno. Stvarni progibi na kraju konzole krovnih vezača poslije skidanja oplate iznosili su 130 do 155 mm, dakle malo su se razlikovali od izračunatog progiba. *B. P.*

VERMICULIT — MNOGOSTRANO UPOTREBIVA SIROVINA

(Technische Rundschau, Bern — mart 1954)

Američki prirodoslovac Th. H. Webb opisao je 1824. god. novo otkriven mineral, koji se kod žarenja nadima i poprima oblik gomile isprepletenih crvića (odakle mu naziv »vermiculit«). Dugo vremena nije taj mineral, koji spada u vrstu tinjaca, našao korisne upotrebe. Rudari su kleli, kad bi kod podzemnih radova naišli na pigru masu lakog, žućkastog do smeđe obojadisanog minerala, koja se urušavala i zadržavala ih u napredovanju. Tek 1922. god. upoznata je odlična izolaciona sposobnost vermiculita i počela njegova eksploatacija. Kasnije su otkrivena i ostala korisna svojstva toga minerala, i danas se on u Americi upotrebljava za najraznoličnije svrhe u poljoprivredi, građevinarstvu, industriji i trgovini. Najveća nalazišta eksploatira Zonolite Company Chicago, a prerada se vrši u preko 40 raznih tvornica.

Vermiculit se u Americi dobiva bagerovanjem u dnevnom kopu. Najprije se vrši grubo odvajanje nečistoća, a zatim se materijal drobi i prosijava na vibracionim sitima, duvaljkama čisti vermiculit od sporednih sastojina i uskladištava. Žarenjem na oko 900° istjeruje se zaostala vlaga. Istovremeno para, koja se pri tom razvija, labavi strukturu pojedinih zrnaca, ona povećavaju svoj volumen na 12-struko (sl. 1). Zrnca poprimaju karakterističan oblik crvića (sl. 2), a zbog velike površine lamelica (10,35 m² na 1 gram) ekspandirani mineral dobiva odlična izolaciona i ostala svojstva.

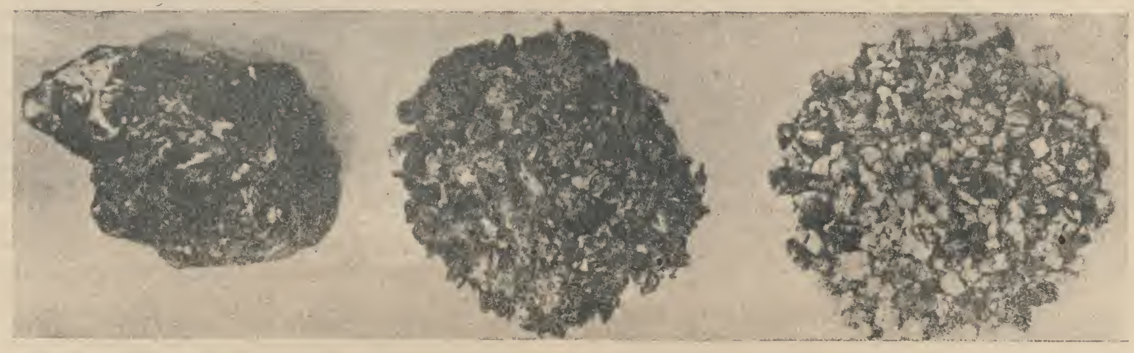
Kao i ostali tinjci, vermiculit se sastoji od monoklinskih kristala sa pseudoheksagonskom karakteristikom. Tvrdoća po Mosu iznosi 1,5. Kolebljivog je kemijskog sastava. Prosječno sadrži 39% kremične kiseline, 22% magnezijskog oksida, 14% glinenaca, 11% željeznog oksida, 5% alkalija; ostatak se sastoji od kalcijskog i manganskog oksida i fosforne kiseline.

Vermiculit se ne otapa u slabim kiselinama i alkalijama, a otporan je i protiv organskih otapala. Ekspandirani vermiculit upija vodu i druge tekućine, a da pri tom ne mijenja svojstva odnosne tekućine. Naročito važno svojstvo vermiculita je sposobnost da posluži kao nosilac t. zv. šelata (prelaznih spojeva koji tvore jedan krug). Talište vermiculita leži između 1200 i 1300° C, specifična toplina mu je 0,27, a toplinska vodljivost 0,42 do 0,48.

Zbog svojih dobrih termičkih svojstva i otpornosti protiv požara vermiculit je odličan izolacioni materijal za industrijske svrhe. Upotrebljava se kao izolacija kod transporta usijanih čeličnih blokova iz čeličana u valjaonice, kod transporta rastopljenog asfalta i t. d., nadalje kao izolacija industrijskih peći i tenkova za topljenje metala i sl.

U građevinarstvu vermiculit nalazi široku primjenu. Upotrebljava se umjesto pijeska za izradu lakih fasonskih opeka i ploča za zidove i stropove, čime se težina tih proizvoda smanjuje na jednu petinu.

Naročito je koristan kao izolacija željeznih konstrukcija protiv požara. Kod jednog pokusa je bila konstrukcija od čeličnih nosilaca zaštićena slojem vermiculita 1 palac debelim i izložena 4 sata temperaturi do 1100° C. Po isteku toga vremena u tanovljeno je.



Slika 1 — *Sirovi vermiculit* (lijevo), *razdrobljeni vermiculit* (u sredini), *ekspandirani vermiculit* (desno)



Slika 2 — *Ekspandirani vermiculit* (u povećanom mjerilu)

da je čelik na strani protivnoj od vatre poprimio tek temperaturu od 93° C. Važno je pri tom, da je ta izolacija pouzdana, da se ne ljušti i da ne puca, pošto se vermiculit u cijelosti sastoji od mineralnih tvari. Težina vatrostalne obloge je za 90% lakša nego jednako vrijedna obloga od betona, pa se velikim smanjenjem mrtve težine postizava ušteda na težini čelične nosive konstrukcije do 30%. I kao izolator protiv zvuka vermiculit je odličan, pa se mnogo upotrebljava kod podizanja uredskih zgrada, bolnica, škola i t. d. Vermiculit se može upotrebiti i prosto kao nasip. U nasipu od vermiculita ne mogu se zaleći miševi, jer je vermiculit lako pokretan (»teče«) i zatvara odmah svaku rupu (gnijezdo ili prolaz miševa).

U trgovini se vermiculit zbog svoje male težine, velike sposobnosti upijanja i kemijske samostalnosti mnogo upotrebljava kao materijal za pakiranje. Od važnosti je, da je vermiculit bez mirisa i okusa. Naročito je koristan kod transporta nagrizajućih i zapaljivih tekućina u staklenim bocama. Boce se mogu pakirati i u papirnate kutije, jer ekspandirani vermiculit, koji je vrlo elastičan i stišnjiv, čuva boce od loma, a ako se boce i razbiju, on upija razlivenu tekućinu, tako da ne dolazi do oštećenja ostale robe.

Zbog svoje sposobnosti da tvori šelatne spojeve i zbog svoje poroznosti vermiculit se korisno upotrebljava u poljoprivredi, i to ili sam, ili uz dodatak odgovarajućih đubrivih soli. Naročito mnogo se upotrebljava u zemljištima teškim i siromašnim na željezu. Čitavi predjeli sa voćnjacima preporođeni su dodavanjem vermiculita u zemljište.

Upotreba vermiculita je mnogostruka i sve više se širi. Zato u Americi vrše istraživanja novih nalazišta i pristupaju njihovom otvaranju. *B. P.*

IZ DRUŠTVA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA I TEHNIČARA NRH

O STJECANJU OVLAŠTENJA

za odgovorne rukovodioce građevinskih radova i ovlaštenja projektanata za građevinsko projektiranje

Pojedini članovi DIT-a obratili su se uredništvu našeg lista zbog uputa oko podnošenja zahtjeva za izdavanje ovlaštenja za odgovornog rukovodioca građevinskih radova i ovlaštenja projektiranja građevinskih objekata.

Tim povodom dajemo slijedeće informacije:

U Službenim listovima FNRJ, i to u br. 36/54. objavljen je Pravilnik o stručnoj spremi inženjera i tehničara kao odgovornih rukovodilaca za pojedine vrste građevinskih objekata i radova, a u br. 41/54. Pravilnik o ovlaštenim projektantima za građevinsko projektiranje.

Kako bi zainteresirani bili upućeni u postupak oko stjecanja navedenih ovlaštenja, osvrnut ćemo se posebno na svaki od tih pravilnika.

A) Pravilnik o stručnoj spremi inženjera i tehničara kao odgovornih rukovodilaca za pojedine vrste građevinskih objekata i radova

Prema ovom Pravilniku ovlaštenja za odgovorne rukovodioce građevinskih radova stječu zainteresirane osobe, ako ispunjavaju sve uslove iz toč. 1—6 st. 2 čl. 5 ovog Pravilnika. Da su ispunjeni ovi uvjeti, dokazuje se potvrdom, koju izdaje na molbu zainteresirane osobe državni sekretarijat za poslove narodne privrede one republike, na čijem se teritoriju nalazi mjesto stanovanja osobe, koja traži potvrdu. Prema tome zainteresirane osobe, koje imadu mjesto stanovanja na području NR Hrvatske, podnose molbu Državnom sekretarijatu za poslove narodne privrede NRH. U molbi treba da bude izričito navedeno, da li zainteresirana osoba traži, da joj se izda potvrda u smislu čl. 5 Pravilnika, jer smatra da je ispunila sve uvjete iz tog člana, ili potvrdu u smislu čl. 9 Pravilnika, koja se izuzetno izdaje onim osobama, koje ne ispunjavaju postavljene uvjete, i koje potvrde gube važnost sa 1. I. 1956. god. ako dotična osoba do konca 1955. god. ne ispuni ove uvjete. Uz molbu treba da su priložene potvrde izdane od nadležnih organa, kojima se dokazuje, da je zainteresirana osoba ispunila propisane uvjete. Ove potvrde prema odredbi st. 3 čl. 5 Pravilnika podnose se u ovjerovljenom prijepisu, a za ovjeru tih prijepisa nadležni su u smislu Zakona o ovjeravanju potpisa, rukopisa i prijepisa kotarski sudovi, narodni odbori gradova i općina u sastavu grada, a na teritoriju NR Hrvatske narodni odbori općina prema Odluci o ovjeravanju potpisa, rukopisa i prijepisa po narodnim odborima općina.

Prema tome zainteresirana osoba treba ovim potvrdama da dokaže:

1. Da je državljanin FNRJ.

Ovo dokazuje svjedodžbom o državljanstvu, koju izdaje narodni odbor kotara, grada ili gradske općine u sastavu grada, na čijem je području molilac upisan u knjigu državljanstva. Pošto svjedodžbe o državljanstvu vrijede 2 godine od dana izdanja, ne može se državljanstvo dokazivati svjedodžbom o državljanstvu, čija je važnost obzirom na ovo vremensko ograničenje istekla.

2. Da imade propisanu stručnu spremu svoje struke, (čl. 1—4 Pravilnika), s time da diploma stečena u inozemstvu ili za vrijeme okupacije mora biti nostrificirana.

Ovo se dokazuje diplomama — svjedodžbama — po završenim stručnim školama i fakultetima.

U pogledu nostrifikacija diploma mjerodavan je propis Uredbe o nostrifikaciji diploma i priznavanju ispita i semestara sa stranih fakulteta (Službeni list FNRJ br. 42/49.) te Propis uredbe o izmjeni ove uredbe (Službeni list FNRJ br. 58/52), a u pogledu školske i stručne spreme rješenje o rangu škola i tečajeva (Službeni list FNRJ br. 18/52.) sa ispravkom (Službeni list FNRJ br. 26/52.).

3. Da je položila propisani stručni ispit svoje struke (čl. 1—4 Pravilnika), ako nije oslobođena polaganja stručnog ispita po postojećim propisima.

Svjedodžbe o položenim stručnim ispitima izdane poslije 15. V. 1954. god. smatrat će se kao valjan dokaz samo ako su izdane u skladu sa propisima Pravilnika o pripravničkom stažu, stručnim ispitima i tečajevima u građevinskoj struci (Službeni list FNRJ br. 34/48.) i propisima Pravilnika o pripravničkoj službi i stručnim ispitima i tečajevima za službenike građevinske struke (Službeni list FNRJ br. 19/51.).

Rješenja o oslobađanju polaganja stručnog ispita valjana su, ako su donesena na osnovu čl. 2 Uredbe o polaganju stručnih ispita državnih službenika (Službeni list br. 68/50.), te će ovakova rješenja moći poslužiti kao dokaz ispunjenja tog uvjeta.

Ne će se moći uzeti kao dokaz ona rješenja koja su donijeta prije prosinca 1950. god., jer su ta navedenom Uredbom stavljena van snage.

4. Da je završila propisanu praksu na građenju (čl. 1—4 ovog Pravilnika).

Ovo se dokazuje pojedinačnim potvrdama poduzeća i ustanova kod kojih je odnosni stručnjak bio u to vrijem zaposlen. U ovim potvrdama treba detaljno naznačiti:

a) koje poslove je vršio i na kojim objektima;

b) u kojem svojstvu (rukovodilac gradilišta, rukovodilac objekta, nadzorni organ i t. d.);

c) u kojem razdoblju je bio zaposlen na spomenutim poslovima.

Kao praksa na građenju smatrat će se svi poslovi na rukovođenju izvođenja građevinskih objekata i radova, bilo kod građevinskih poduzeća, režijskih grupa i odbora, kao i održavanje većih objekata. Isto tako vršenje neposrednog nadzora od strane investitora, projektantskog nadzora, smatrat će se kao praksa na građenju, ukoliko molilac dokazuje, da je stvarno učestvovao na gradnji pod gore navedenim vidovima.

5. Da nije pod starateljstvom.

Ovo se dokazuje potvrdom nadležnog starateljskog organa.

6. Da protiv nje nije izrečena kazna ograničenja građanskih prava, odnosno kazna zabrane bavljenja neposrednim ruokovođenjem na izvođenju građevinskih radova.

Ovakova uvjerenja izdaju uprave unutrašnjih poslova nadležnih narodnih odbora. Ukoliko je zainteresirana osoba kažnjavana, treba biti u uvjerenju naznačeno, da li je protiv nje izrečena kazna prema toč. 6 ovog Pravilnika, a ukoliko jest treba biti ujedno naznačeno za koje je vrijeme izrečena ta kazna.

Sve navedene potvrde o ovjerovljenom prijepisu prilaže zainteresirana osoba svojoj molbi, koju, kako je već gore navedeno, podnosi Državnom sekretarijatu za poslove narodne privrede NRH, ukoliko se njeno mjesto stanovanja nalazi na teritoriju NRH. Molba se biljeguje taksom u iznosu od Din 130.—, t. j. taksom na molbu prema Tar. br. 1 ZOT u iznosu od Din 30.— i taksom na potvrdu, koja se izdaje na molbu sa Din 100.— prema Tar. br. 27. Prilozi uz molbu prema Tar. br. 6 ZOT u iznosu od Din 25.— ne će se biljegovati, pošto se prilozi dostavljaju u ovjerovljenom prijepisu, za koju ovjeru je naplaćena taksa. Ukoliko se potvrde dostavljaju u originalu, a koji su kao takovi već propisano taksirani, ne će se također posebno taksirati kao prilog. Potvrde, koje izdaju poduzeća u dokaz ispunjenja uvjeta pod toč. 4 član 5 Pravilnika, moraju biti taksirane prema Tar. br. 27 ZOT u iznosu od Din 100.—.

Ukoliko zainteresirana osoba ispunjava sve gore navedene uslove, izdaje joj se tražena potvrda, odn. u protivnom uskraćuje se izdanje takove potvrde, a protiv tog rješenja zainteresirana stranka može pokrenuti upravni spor po Zakonu o upravnim sporovima.

Potvrdu, kojom se dokazuje ovlaštenje za odgovornog rukovodioca građevinskih radova, treba da imadu sve osobe koje se nalaze na položaju odgovornog rukovodioca građevinskih radova, jer je u protivnom građevinski inspektor ovlašten u smislu čl. 7 Pravilnika da zabrani daljnje izvođenje građevinskog objekta i radova pod rukovodstvom te osobe.

B) Pravilnik o ovlaštenim projektantima za ovlašteno projektiranje

Prema odredbama ovog Pravilnika ni jedna osoba ne može vršiti poslove ovlaštenog projektanta, dok ne bude upisana u spisak ovlaštenih projektanata za građevinsko projektiranje (čl. 6 Pravilnika). Ovakove spiskove vode republički državni sekretarijati za poslove narodne privrede za teritorij dotične narodne republike. Prema tome zainteresirana osoba, koja imade prebivalište na teritoriju NR Hrvatske, podnosi molbu za upis u spisak projektanata Državnom sekretarijatu za poslove narodne privrede NRH, ako dokaže da ispunjava uvjete iz čl. 1 tog Pravilnika.

U pogledu podnošenja molbe, potvrda, kojima se dokazuje ispunjenje postavljenih uvjeta i njihovo taksiranje, postupa se kao što je navedeno u vezi Pravilnika o stručnoj spremi inženjera i tehničara kao odgovornih rukovodilaca za pojedine vrste građevinskih objekata i radova. Kako se na osnovu ove molbe izdaje pored rješenja o zahtjevu za upis u spisak projektanata također i potvrda o izvršenom upisu, to se molba pored naznačenih taksa ima taksirati još i prema tar. br. 7 ZOT u iznosu od Din 150.— odnosno ukupno Din 280.—.

Osobe, koje su na dan stupanja na snagu ovog Pravilnika zaposlene u projektnim poduzećima ili biroima ili kao vanjski suradnici projektnog poduzeća ili biroa, na poslovima koje po odredbama ovog Pravilnika mogu obavljati samo ovlašteni projektanti, mogu izuzetno prema propisu čl. 14, iako nisu upisane u spisak ovlaštenih projektanata, i dalje obavljati poslove, ako ispunjavaju uvjete iz čl. 1 ovog Pravilnika, te ako u roku od 6 mjeseci po njegovom stupanju na snagu budu upisane u spisak projektanata. Ukoliko se na osnovu molbe donese rješenje, kojim se odbija zahtjev za upis u spisak projektanata, može zainteresirana stranka pokrenuti upravni spor prema Zakonu o upravnim sporovima.

ISPRAVAK

U broju 1 i 3 lista potkrala se greška predznaka u klišeju iz članka Ing. K. Tonković: Provjeravanje pendla i kvadera«. U konačnoj formuli za koeficijent sigurnosti na uzdužne pukotine mjesto znaka minus u zagradi treba da stoji plus. Tako da formula glasi:

$$K = R_v \left(\frac{\eta hb}{\mu Z} + \frac{n}{\sigma_{da}} \right)$$

To uostalom proizlazi očito iz početne formule, koja je u članku također navedena; odnosno i iz osnovne pretpostavke tamo opisane riječima, a dane izrazom:

$$R_v = \frac{KZ}{\eta hb + nF_a}$$

U 38 retku iza toga trebalo je stajati b mjesto h, jer je uzdužni smjer onaj stranice b.

Ing. K. T.

Vlasnik i izdavač: Društvo građevinskih inženjera i tehničara Hrvatske. Glavni urednik: Ing. Franjo Simić. — Tisak: »Tipografija« grafičko-nakladni zavod, Zagreb.

POZIV NA PRETPLATU

Molimo sve naše pretplatnike da podmire pretplatu za časopis »Građevinar«, VI. godište 1954. (koji još nisu to učinili) i obnove pretplatu za VII. godište 1955.

Molimo poduzeća i ustanove koji su već uplatili pretplatu za cijelu god. 1954., da naknadno podmire razliku pretplate za II. polugodište 1954. god. u iznosu od 150.— Din po broju, jer je pretplata bila u međuvremenu povišena zbog povećanih troškova štampanja.

Pretplata za cijelu godinu iznosi za pojedince Din 600.—, za pola godine Din 300.—.

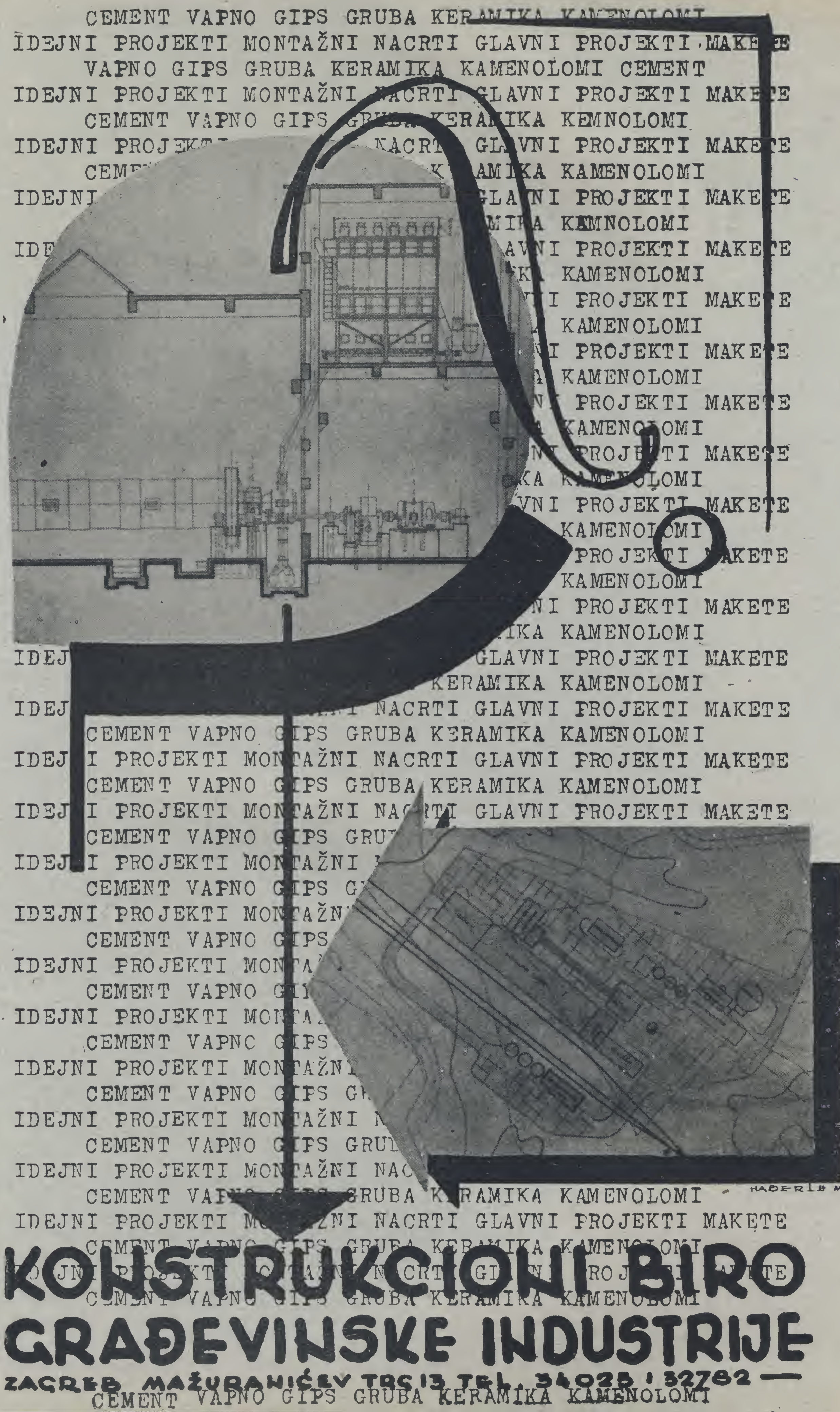
Godišnja pretplata za poduzeća i ustanove iznosi Din 900.—.

Pretplatu treba doznačiti na tekući račun kod Narodne banke FNRJ, Filijala Zagreb br. 402-T-812.

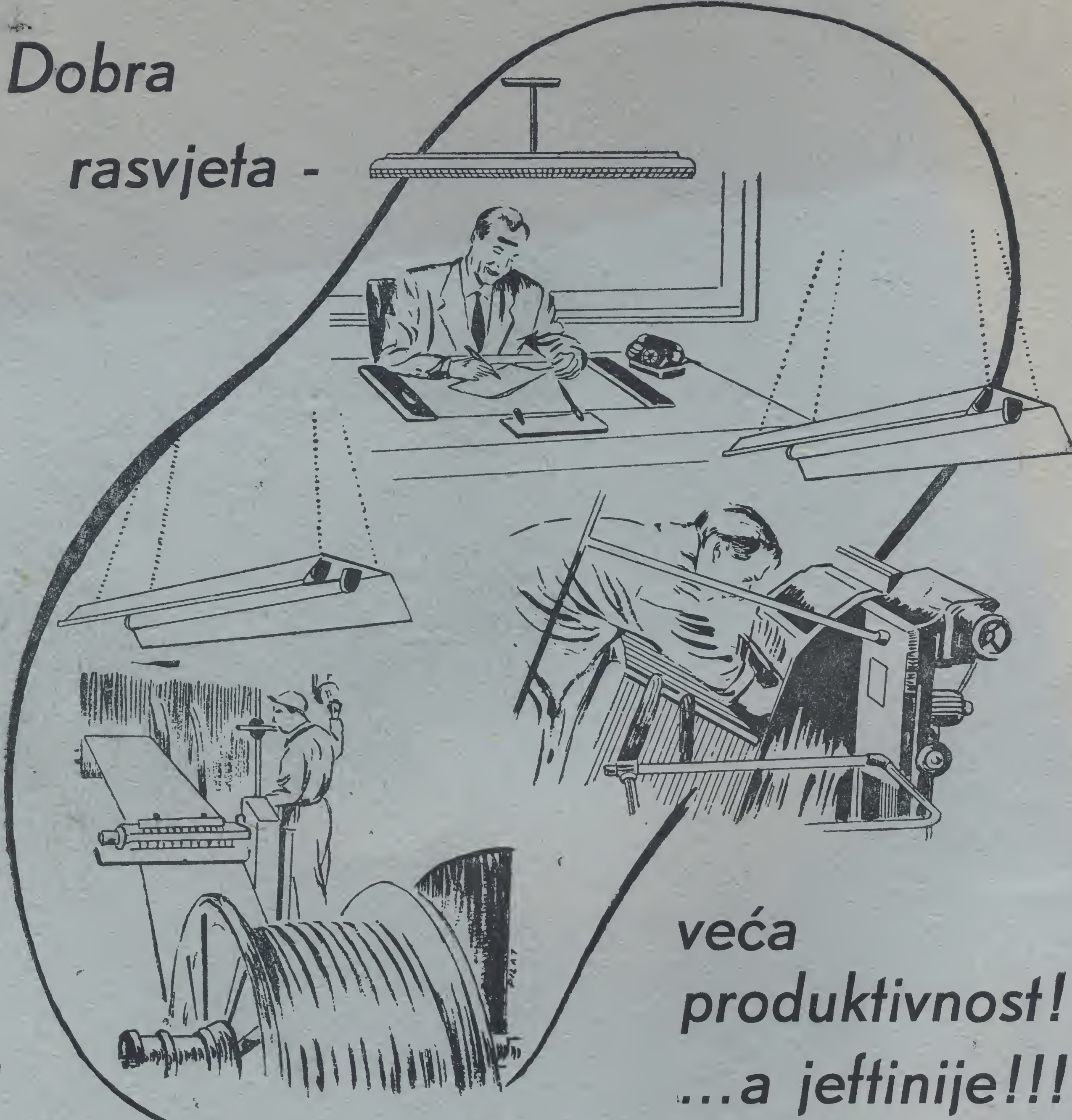
OBAVIJEST

Uredništvo »Građevinara« raspolaže još sa kompletima »Građevinara« iz 1950., 1951. i 1952. godine kao i sa brojevima 1, 10—11 i 12 iz 1949. godine, koji se mogu naručiti uz cijenu od po Din 10.— po broju, odnosno po Din 20.— po dvobroju kao i sa brojevima 1—6 iz god. 1953. uz cijenu od 50.— Din po broju.

Narudžbe se šalju na: Uredništvo »Građevinar«, Zagreb, Berislavićeva ul. 6. Tek. račun kod Narodne banke Zagreb, broj 402-T-812.


CEMENT VAPNO GIPS GRUBA KERAMIKA KAMENOLOMI
IDEJNI PROJEKTI MONTAŽNI NACRTI GLAVNI PROJEKTI MAKETE
KONSTRUKCIONI BIRO
GRAĐEVINSKE INDUSTRIJE
ZAGREB MAŽURANIĆEV TRG 13 TEL. 34025 I 32782

Dobra rasvjeta -



veća produktivnost! ...a jeftinije!!!

S fluorescentnim svijetlom, koje je

ekonomičnije **ukusno**
jeftinije **i moderno.**

Proizvodi:

RADIOINDUSTRIJA - ZAGREB